INTRODUZIONE

ALLA

GEOLOGIA

DI

SCIPIONE BREISLAK
AMMINISTRATORE ED ISPETTORE
DE' NITRI E DELLE POLVERI
DEL REGNO D'ITALIA
SOCIO DI DIVERSE ACCADEMIE.

PARTE II.

MILANO,
DALLA STAMPERIA REALE,
MDCCCXI.

INTRODUZIONE
ALLA
GEOLOGIA

CAPITOLO VI.

DE' FENOMENI CHE ACCOMPAGNARONO LA CONSOLIDAZIONE DEL GLOBO.

Mentre la nostra terra si consolidava o pel semplice raffreddamento prodotto dalla separazione della materia calorifica o coll'azione del mare primigenio promossa dal calore e dai principj chimici, seguirono alcuni fenomeni i quali meritano un particolare esame. Il primo fu la formazione de' depositi metallici.

Le rocce primigenie sogliono essere l'abitazione de' metalli: il granito ne contiene pochi; lo gneis però è la roccia più ricca sotto quest'aspetto:

qualche volta i metalli vi sono in letti, ma il più sovente in filoni (*). La maggior parte delle miniere della Sassonia, della Boemia, della Norvegia sono nello gneis. Nel solo distretto di Freyberg vi sono più di 200 filoni

(*) Per evitare ogni confusione di linguaggio è necessario il determinare le idee annesse ai termini di *strati*, *filoni*, *letti*, secondo i principj della scuola werneriana generalmente ammessi. Gli *strati* sono le parti di una roccia comprese tra fenditure o fessure parallele: per conseguenza tali strati o parti separate dalle suddette linee parallele sono masse piatte di natura omogenea, parallele ancor esse tra loro e più o meno alte. I *filoni* sono masse di minerali di forma parimente piatta che comunemente tagliano gli strati di una montagna, e sono di una natura diversa da quella che costituisce la roccia. I *letti* che si potrebbero ancora chiamare *suoli*, corrispondono a quelli che diconsi dai Francesi *couches*, e sono masse di minerali di forma piatta, di una natura diversa dalla roccia, ma che hanno la stessa direzione de' suoi strati, e sono parallele ai medesimi. Così in una montagna di granito, la quale abbia un aspetto di stratificazione, vi potrà essere un filone o un letto di quarzo, secondo che la massa piatta del quarzo sarà parallela agli strati del granito, o taglierà la loro direzione. Si osservi che la parola *minerale* significa qualunque sostanza fossile, poichè il termine di mineralogia abbraccia tutte le sostanze fossili, non i soli metalli.

aperti nello gneis (V. *Brochant*). Nello schisto micaceo, nel porfido, nel sienite, nel calcareo primitivo, ecc. si trovano de' minerali metallici. Sono note le questioni agitate da' naturalisti sulla loro origine, le ipotesi proposte da' diversi autori, e le difficoltà alle quali soggiace ciascuna di esse. Dopo che il signor Werner ha trattato quest' argomento in un' opera scritta unicamente su tale oggetto, in un'opera la quale è una delle pochissime onorate del suo nome, in un' opera finalmente che contiene il frutto di vent' anni di osservazioni e di studj fatti nel distretto più ricco di miniere che si conosca in Europa, la celebrità di un uomo così rispettabile potrebbe far temere la taccia di presuntuoso a chi volesse opporsi al di lui sentimento. La sua *Nuova Teoria della formazione de' filoni* si riduce ai seguenti due principj: 1.° i filoni sono stati in origine fenditure aperte superiormente (V. § 28), e di poi riempite unicamente dalla parte

superiore. Dove sono dunque filoni o metallici o di altra sostanza diversa da quella della roccia, dobbiamo concepire degli spazj originariamente vôti. Non vi è dubbio che nelle montagne si possano formare delle spaccature o per le scosse di terremoti o per crollamenti e sprofondamenti di alcune parti o pel ritiro della massa all' epoca del suo consolidamento (*). Osservo però che se le fenditure sono state originate dal ritiro, allora parmi che debbano essere contemporanee alla consolidazione della roccia; se dalle altre cagioni esposte, allora potranno appartenere ad epoche posteriori. Sembra che il signor Werner sia inclinato a questa seconda ipotesi, mentre nel § 38 dice che i filoni rassomigliano perfettamente alle fenditure delle rocce, e che nella lunga

(*) Werner dice *disseccamento*, coerentemente al suo sistema nettuniano. Per evitare ogni espressione sistematica mi servirò del termine *consolidamento* che si può applicare tanto al disseccamento quanto al raffreddamento.

durata dell' esistenza del nostro globo necessariamente si dovevano formare delle fenditure: soggiunge di più che gli spazj occupati da filoni sono fenditure che si sono fatte nelle rocce. Il secondo principio è che queste fenditure sono state riempite da precipitazioni fornite da una dissoluzione acquosa, quasi sempre chimica, la quale copriva la contrada dove si trovano le fenditure: per conseguenza la sostanza de' filoni è stata formata da una serie di precipitati che dall' alto sono entrati nello spazio o nella fenditura occupata da filoni (§ 62). Si osservi che nel § 30 Werner aveva stabilito che quella stessa precipitazione la quale ha prodotto gli strati delle montagne, ha fornito egualmente e prodotta la massa de' filoni, e da questa dottrina ne seguirebbe, 1.° che la formazione de' filoni sia stata contemporanea a quella degli strati, e per conseguenza si verrebbe ad escludere ogni formazione di fenditure e di filoni posteriore alla

consolidazione della montagna; 2.° che avendo tanto i filoni quanto gli strati della montagna la stessa origine, cioè una medesima precipitazione, parrebbe che dovessero avere ancora la stessa natura. È ben vero che nel § 63 assegna le cagioni che hanno prodotto la differenza tra la materia de' filoni e quella degli strati; ma la causa sulla quale Werner principalmente si fonda, cioè la maggiore tranquillità della precipitazione e deposizione, non mi pare che sia una ragione sufficiente a spiegare quella insigne differenza che vi è tra la natura, per esempio, dello gneis e di un metallo che vi sia racchiuso in filoni. La precipitazione più o meno tranquilla potrà dare cristallizzazioni più o meno regolari; ma parmi difficile che possa produrre una differenza nella natura de' prodotti. Pieno di rispetto per un uomo così celebre come il signor Werner e che ha reso tanti servigi segnalati alla mineralogia, più volte ho letta la sua *Teoria della*

formazione de' filoni, ma vi ho trovato sempre dell' oscurità, per non dir della contraddizione nelle idee, destíno inevitabile a tutte le ipotesi geologiche fondate sul principio delle dissoluzioni e precipitazioni acquose. Siccome non sono i nomi, ma le ragioni quelle che debbono dirigere le opinioni; così non ho difficoltà di proporre alcune riflessioni sull' origine delle sostanze metalliche esistenti nelle rocce primigenie o in letti o in filoni o in masse, o per dir meglio, la maniera colla quale amo di rappresentarmi la loro formazione. L' imaginare i filoni originati da fenditure riempite posteriormente, mi sembra che sia una opinione la quale soggiaccia a difficoltà insuperabili. Alcuni filoni sono orizzontali o quasi orizzontali; come concepire che le due parti della montagna siano restate separate sino a che nel loro intervallo giungesse la materia del filone? come applicare questa idea alle miniere in ammassi e nidulanti? Il signor Ebel, benchè

seguace de' principj werneriani, pure ha osservato che la maniera di giacere delle sostanze metalliche nelle rocce delle Alpi esclude l'idea che siano riempimenti di spaccature, e per conseguenza posteriori alla formazione delle rocce medesime, ciò che è stato verificato dal signor Brocchi per la miniera di piombo argentifero di Viconago presso Valgana, luogo che entra nel sistema della catena delle Alpi (V. *Giornale della Società d'Incoraggiamento*, *di Milano*, tomo VIII, n.° 1.°).

Stabilisco il principio che una massa composta di elementi diversi può trovarsi in tali circostanze che si formino in essa alcuni centri d'attrazione, in modo che gli elementi omogenei si uniscano tra loro separandosi dagli altri che vi erano frapposti. Queste circostanze avranno luogo quando la massa, non essendo ancora consolidata, è nello stato fluido o pastoso, e si potranno rinnovare quando coll'azione o del fuoco o dell'acqua sarà distrutta

o almeno indebolita la forza di coesione del composto e dilatati i pori della massa, in guisa che il moto prodotto dalle attrazioni analoghe non sia impedito. In un' opera che stampai in Firenze nel 1798 proposi questo principio col quale mi parve che si potessero molto facilmente spiegare alcuni fenomeni che si attribuivano alla infiltrazione, operazione difficilissima ad imaginarsi in molti casi nei quali si ricorre alla medesima: ho insistito di nuovo sul medesimo principio in altra opera stampata in Parigi nel 1801, e con molto piacere ho veduto che il signor Faujas ha incominciato ad introdurlo nella Geologia. Parmi che questo principio siasi affacciato alla mente ancora ad altri geologi, i quali però non veggo che lo abbiano sviluppato come merita, nè che lo abbiano applicato alla spiegazione di quei fenomeni ai quali può convenire. Il signor La-Metrie, nella *Teoria della Terra*, volume IV, pag. 55, ha riconosciuto

potersi stabilire come una verità generale (soggetta però a qualche eccezione) che le matrici o ganghe che racchiudono delle pietre particolari o delle sostanze metalliche , sono tutte più o meno impregnate della materia di queste sostanze, di cui una parte non ha potuto separarsi dalla ganga, mentre l' altra se n' è separata e si è cristallizzata distintamente in un modo ora regolare , ora confuso. Nella pag. 116 del medesimo volume ritorna allo stesso principio , e risguarda i filoni sì metallici come pietrosi prodotti dalla cristallizzazione contemporaneamente alle montagne in cui si trovano. Egli pensa che le materie metalliche e pietrose , come ancora le terre che compongono le salbande de' filoni ed i loro orli , fossero mescolate con gli elementi che formano la massa del globo, e che siensi separate dalle altre ed unite di poi fra loro per affinità di elezione. Il signor Patrin poi nella *Storia naturale de' minerali* , tomo II, pag. 266 , trattando di un diaspro

detto occhiuto di Siberia, il quale contiene piccoli globetti diversi dalla massa, ha riconosciuto probabile che le due materie nel principio fossero confuse, e che di poi ne seguisse la separazione pel giuoco delle affinità e con un processo della natura simile a quello della cristallizzazione. Finalmente il signor Gautieri ha ammesso lo stesso principio, spingendolo però ad un punto che non mi pare verisimile. Nella sua *Memoria sopra Grantola e Cunardo* così espone la sua idea nella pag. 28: *I filoni sono spesse volte ripieni di materia che non precipitò o si depose dall'alto al basso, ma che seppe da sè stessa in virtù di forza d'attrazione ed affinità sentirsi, scegliersi, rapprossimarsi ed unirsi. Egli è solo il nesciente il quale dal non veder muoversi le montagne le crede continuamente e tutt'affatto inerti: ma v'è moto in esse (Trebra gliel dica) e vi sono secrezioni ed escrezioni, e come ne' corpi organici incessante formazione, distruzione e*

riproduzione. Non nego che nell'interno delle montagne si possano produrre giornalmente alcuni nuovi composti coll' azione o delle acque che vi circolano o de' principj che si separano nella decomposizione di qualche sostanza; ma che nella massa delle montagne già consolidate vi sia tal movimento intestino di parti che queste possano obbedire all' impulso delle loro affinità, partire dai punti dove sono ed unirsi in altri, mi sembra un fenomeno, se non impossibile, difficile almeno a concepirsi. Sono convinto però che tale fenomeno abbia luogo o quando il composto non è ancora consolidato o quando per qualche circostanza è diminuita la coesione delle sue parti. Chè se si desiderasse di vedere confermato questo principio con qualche osservazione diretta, riporterò una notizia la quale mi è stata comunicata dal poc' anzi citato signor Brocchi, ispettore delle miniere del regno d' Italia. La pirite di rame d'Agordo rende in massa dal quattro

al cinque per cento. Estratta dalla miniera, si riduce in pezzi della grossezza circa di un pugno, che si radunano in cumuli per arrostirli e separare così la maggior parte dello zolfo, porzione del quale si volatilizza sotto forma di gas acido solforoso, e porzione si raccoglie sulla superficie di detti cumuli. L'arrostimento dura tre in quattro mesi, compiuto il quale i pezzi si sono convertiti in una massa nericcia, screpolata e porosa, ma la parte centrale è tuttora piritosa e mantiene il colore naturale della pirite o pure ha una tinta azzurrognola. Il fenomeno singolare è che mentre la pirite cruda non suole rendere, come si è detto, che dal quattro al cinque per cento, il nocciolo, dopo la torrefazione, somministra un prodotto maggiore di due terzi, e la crosta al contrario si è molto impoverita, come il signor Brocchi ha voluto assicurarsene direttamente coi saggi metallurgici. Sembra dunque che le molecule del rame durante

l'arrostimento abbiano successivamente abbandonata la superficie e siensi radunate verso il centro. Ciò è tanto vero che rompendo dei pezzi assoggettati a questa operazione, si scorgono sovente nel mezzo alcuni filetti ed alcune laminette di rame metallico. Si noti che il calore della torrefazione è lentissimo e moderato, non mai elevato al grado di fusione, essendo anzi gli operaj sommamente guardinghi che ciò non succeda, altrimenti il minerale, acquistando un principio di vetrificazione, sarebbe assai più refrattario nel forno. Le croste dei pezzi abbrustoliti si lissiviano per ottenere il vetriolo di rame che poi si decompone col ferro, ricavandone quindi il rame di cementazione. I soli nuclei si mettono nel forno, e questi, essendo arricchiti col processo descritto, si possono fondere con vantaggio, il che non si otterrebbe usando la pirite cruda, dove in molta massa vi è poca quantità di rame. Con questo fenomeno che ha luogo

giornalmente nella lavorazione delle miniere di Agordo, parmi dimostrata abbastanza la verità del principio che ho stabilito, di cui non rimane che a farne delle applicazioni. Sono note a tutti i geologi quelle geodi d' agata che diconsi ventri gemmati. In queste sfere l' agata forma tanti strati concentrici, e nell' interno molte volte vi rimane un vôto alle cui pareti sono attaccate le basi di tante piramidi esagone di cristalli quarzosi. Vi sono ancora delle geodi nell' interno delle quali, oltre i cristalli di quarzo, si veggono de' cristalli di carbonato calcareo o di altra sostanza terrosa, ed anche delle materie metalliche come antimonio, ecc. Se vogliamo imaginare tali sostanze formate per infiltrazione, quante ipotesi converrà fabbricare? Si concepisca però che nel momento in cui si è consolidata quella massa, le particelle omogenee animate dalla loro polarità cristallifica siansi ravvicinate separandosi dalle altre; quelle che avranno trovato uno

spazio acconcio alla cristallizzazione, avranno presa una figura regolare; le altre si saranno consolidate confusamente.

Il marmo statuario di Carrara contiene molte parti silicee disseminate nel carbonato calcario che ne forma il principale ingrediente, e che facilmente si possono rendere visibili ponendo nell'acido muriatico un frammento di quel marmo, poichè dopo qualche tempo vi compariscono nella superficie alcune linee quarzose che divengono rilevate per la corrosione delle parti calcaree circonvicine. Allorchè il marmo si è consolidato, se le parti silicee hanno potuto unirsi in uno spazio libero, avranno formato de'cristalli regolari. Di fatto in alcuni saggi ho osservato che i cristalli quarzosi sono talmente attaccati alle pareti delle fenditure, che sembrano come trasudati fuori del marmo, e la materia calcarea pare che vada trasformandosi nella sostanza silicea del quarzo. Dolomieu si è occupato

particolarmente di questo fenomeno (V. *Giornale delle Miniere*, n.° 22). Avendo addotto degli argomenti per provare che alla cristallizzazione della terra silicea basta ch' essa sia molto assottigliata e resti qualche tempo sospesa nell' acqua, soggiunge che, siccome per dare la teorica della formazione de' cristalli di roccia egli non ha bisogno dell' azione intermedia di un dissolvente, così non ha veruna pena a spiegare come si trovino dei cristalli quarzosi nelle cavità de' marmi di Carrara: in tale modo egli crede d' evitare la grande difficoltà che imbarazza la maggior parte dei naturalisti e che consiste nel concepire quale possa essere il dissolvente il quale s' impadronisce delle molecule quarzose in preferenza delle calcarie, di cui la massa è composta quasi interamente. Alla sua spiegazione basta che vi siano delle molecule quarzose disseminate nella massa calcarea, e che non siano troppo intrecciate colle lamine del marmo

statuario che s' incrociano: crede in oltre probabile che più spesso si formino cristalli di quarzo per l'infiltrazione nelle cavità delle masse calcarie consolidate con un'aggregazione confusa, come sono tutt'i marmi primitivi, anzi che i cristalli di spato calcareo, perchè la semplice coesione tra due sostanze le quali non esercitano tra loro la tendenza alla composizione chimica, non è così forte come l' aggregazione delle molecule similari: quindi le acque che circolano per mezzo dell' infiltrazione, trovano minore difficoltà a smuovere dal loro sito le prime piuttosto che le seconde. L' osservazione però dimostra quanto sia equivoco questo raziocinio del signor Dolomieu, mentre nei vôti del marmo di Carrara le cristallizzazioni di carbonato calcareo sono molto più frequenti di quelle della terra silicea. In oltre come concepire delle infiltrazioni in luoghi perfettamente chiusi? Potrà penetrarvi l' acqua nello stato di umido, ma

non già nel suo stato fluido, e molto meno trasportarvi delle terre in tanta abbondanza da formarvi delle cristallizzazioni. Chè se il fluido vi fosse penetrato per qualche fenditura, fosse stata pur questa angusta quanto si vuole, se ne dovrebbe riconoscere qualche indizio, e trovo molto difficile il concepire come un fluido abbia potuto giungere ad una cavità, penetrando entro un masso compatto, alto centinaja di piedi, e trasportando seco delle terre senza lasciare veruna traccia del canale per cui è passato. Se quelle cristallizzazioni quarzose hanno avuto origine dalla terra silicea che le acque circolanti nella massa del marmo hanno separato dalle parti calcaree a cui erano unite, vi dovrebbero essere degl'indizj di tali erosioni, laddove che, se si eccettuino i vôti nei quali sono i cristalli o spatosi o quarzosi, la pasta del marmo è da per tutto compatta ed unita. Finalmente nelle cavità del marmo di Carrara, nelle quali si trovano i

cristalli quarzosi, sovente vi sono ancora le cristallizzazioni spatose, ed allora comunemente queste sono sottoposte ai primi. Se vogliamo ripetere i quarzi dalla infiltrazione, lo stesso si dovrà dire ancora degli spati, e dovremo supporre che le acque cariche di materia calcarea e silicea siansi infiltrate in quelle cavità e che vi abbiano deposto prima la terra calcarea e di poi la silicea, mentre sembra che avrebbe dovuto accadere il contrario. Il marmo di Carrara non è il solo carbonato calcareo che presenti cristalli quarzosi. Nella pietra calcarea colorita in nero dal petrolio di Quebec in America vi sono dei vôti nei quali si osservano cristalli quarzosi assai trasparenti, frammischiati collo spato calcareo di color cenerino; e l'interno delle geodi calcareo-argillose di Grenoble è ancora ornato di cristalli di quarzo, mentre nella superficie non si vede traccia d'infiltrazione.

Mi servirò finalmente di un altro esempio ricavato da quella miniera

di ferro argilloso configurata in palle descritta da Hutton e della quale ho fatto menzione alla parte I, p. 128. Le pareti delle fenditure che si osservano nell' interno di quelle sferoidi, come ancora le superficie di quei prismi il più sovente quadrilateri che si sono formati nel ritiro della materia argillo-ferruginosa, sono vestite di cristallizzazioni di carbonato di calce e di solfato di barite. Tali materie non sono giunte certamente al di fuori, mentre osservando la forma delle fenditure queste si restringono verso la superficie, ed è raro il caso che taluna giunga alla medesima. Nel gabinetto del signor Thomson in Napoli più volte ho avuta l' occasione di osservare molte di queste sferoidi di tutte le dimensioni, da quella di un pollice sino alla grandezza di dieci in undici pollici. In nessuna ho potuto vedere che qualche interna fenditura giungesse alla superficie. Se quelle cristallizzazioni avessero avuta origine da una infiltrazione, vi sarebbe

restata in qualche sito la traccia del canale per cui fosse passata la materia infiltrata, e si vedrebbe qualche separazione di continuità fra le parti. Sembrami dunque più ragionevole il dire che mentre quelle masse dallo stato di pasta molle e fangosa sono passate ad indurirsi e consolidarsi, le parti di carbonato di calce e di solfato di barite si sono separate dal resto della massa, si sono avvicinate tra loro, e trovando gli spazj formati dal restringimento della materia, si sono cristallizzate regolarmente.

Dopo di avere premesso questi esempj coi quali parmi che sia abbastanza provata la verità del principio che ho stabilito, vengo ai depositi metallici, incominciando da quelli che si trovano nelle montagne di rocce primitive. Concepiamo dunque che nella materia componente quelle rocce, mentre partecipava ancora della fluidità ignea, vi fossero delle sostanze metalliche alle quali era comune lo stesso stato di fluidità: queste, animate

dalle loro reciproche forze attrattive, avranno avuta una tendenza ad unirsi fra loro e separarsi dal resto della massa, dalle cui parti differivano molto nella natura e nella gravità specifica. Allorchè la roccia si è consolidata nel raffreddamento, le sostanze metalliche si sono trovate separate dalla medesima, ma inviluppate e racchiuse nella di lei massa, e si sono consolidate ancor esse. Se in qualche punto della roccia il calore si è conservato più lungamente, la parte ancora della materia metallica che vi era contenuta, si sarà assodata più tardi ed avrà potuto fare qualche impressione sull' altra precedentemente raffreddata, ma non del tutto consolidata, e si vedranno de' filoni che s' incrociano, avendo l' aspetto d' essersi formati in epoche diverse, e de' quali uno sembrerà che abbia smosso l' altro dalla sua direzione. Se, rinunziando ad ogni prevenzione, si vorrà fare la prova di applicare quest' idea ai fenomeni che

presentano le sostanze metalliche nella loro maniera di giacere nelle rocce primigenie, mi lusingo che si otterranno delle spiegazioni meno forzate, e si eviteranno quelle difficoltà alle quali soggiacciono le altre opinioni. Non intendo però con questo d'escludere la possibilità del caso che in una roccia già consolidata possano succedere de' fenomeni i quali diano luogo a fenditure e spaccature che posteriormente siano riempite o da stallattiti o da materie di trasporto, che, bene compresse e cementate, acquisteranno anche un grado di durezza da imitare una pietra. Tali filoni però composti di materie trasportate non si potranno giammai confondere con i veri depositi metallici, i quali hanno tutta l' apparenza d' essersi consolidati insieme colla roccia che li racchiude. Finalmente se una montagna la quale contenga filoni metallici, sia esposta a qualche straordinaria convulsione, è molto facile il caso che le spaccature si formino piuttosto nei

filoni medesimi che in altri siti della roccia, attesa la minore coerenza che vi è tra sostanze eterogenee, e tali spaccature potranno di poi essere riempite da diverse sostanze.

Se mai sembrasse strano l'assegnare un'origine ignea ad alcune miniere metalliche, si rifletta che tale sembra essere stato il principio della formazione della celebre miniera di Nagy-Ag in Transilvania, secondo le osservazioni del signor Hacquet, riportate nel *Giornale di Fisica*, tomo XXVI. Secondo questo dotto naturalista il litologo che giunge a quella contrada, al primo colpo d'occhio vede che tutto è stato sconvolto da un fuoco sotterraneo il quale ha formato delle montagne composte di lave e rocce volcaniche. La miniera è situata tra queste montagne in un piccolo vallone che al primo aspetto si riconosce per un cratere di cui circondano l'ingresso i picchi delle lave. In questo cratere o vallone vi sono molte vene parallele le une alle altre: per la maggior parte

sono piene di miniere ricchissime. Non conosco alcuna confutazione delle osservazioni del signor Hacquet, benchè fatte circa trent' anni fa. Nel *Giornale delle Miniere*, n.° 47, vi è l' estratto di un viaggio mineralogico del signor Esmark, nel quale si parla de' filoni di Nagy-Ag e si dice che sono in una montagna di porfido-sienite, nella quale il feldispato e la orneblenda (amfibolo) sono molto decomposti. Non deve però sorprendere questa denominazione data ad una lava, essendo secondo i principj della scuola werneriana. Si parla ancora di montagne di trappo nelle vicinanze di Nagy-Ag, ed è probabile che, al solito, siasi dato il nome di trappo a rocce basaltiche: non veggo però che in quell' estratto si faccia menzione alcuna dell' opinione del signor Hacquet. Il signor Humboldt nella Nuova Spagna ha osservato dei filoni metallici in alcune ganghe le quali gli sono sembrate volcaniche. Il signor La-Metrie pensa che sieno

deposizioni formate dopo l' eruzioni volcaniche: io credo diversamente e risguardo queste materie metalliche come separate in forza di attrazione dalle lave mentre erano ancora fluide. Strabone finalmente, trasmettendoci un quadro molto interessante e curioso delle antiche rivoluzioni volcaniche dell' isola d' Ischia, il di cui suolo è interamente opera del fuoco, ci significa che la medesima fu abitata dagli Eretrei i quali vi fiorirono per la ricchezza delle miniere d'oro. Se mai si volesse pensare che l'esistenza delle miniere avesse preceduta l'accensione de' volcani, si rifletta che lo stesso Strabone dice che prima degli Eretrei l'isola era stata abitata da una colonia speditavi da Gerone, re di Siracusa, ma che quella popolazione si era ritirata a motivo delle eruzioni di fuoco. Ciò non ostante gli Eretrei che subentrarono ai Siracusani e che dopo qualche tempo ne seguirono l' esempio, abbandonando quel luogo sempre agitato da volcani,

poterono lavorare le miniere d'oro. Attesa la picciolezza dell' isola e la quantità di bocche ignivome spente che ne cuoprono la superficie, è molto probabile che quelle materie metalliche fossero prodotte dai primi volcani che sconvolsero quel suolo. Siccome dunque abbiamo degli esempj di miniere esistenti in contrade volcanizzate, e perciò molto verisimilmente formate dal fuoco, così non mi pare che vi sia alcuna assurdità nell' imaginare che, allorquando nello stato primitivo del globo le rocce si consolidarono pel raffreddamento, in alcuni luoghi si unissero gli elementi delle sostanze metalliche le quali ora formarono filoni, ora letti, ora rognoni ed ora delle vene che scorrono irregolarmente nelle rocce medesime.

Non sono però le sole rocce primitive che contengano sostanze metalliche: quelle che diconsi di transizione ne abbondano, e talvolta ne sono fornite anche le secondarie. La maggior parte delle miniere di piombo

e d' argento dell'Hartz e quelle d'oro della Transilvania sono nella pietra arenaria, detta grovacco; i trappi di transizione racchiudono alcuni filoni di rame, di ferro o di stagno, e le montagne di gré, benchè in generale sieno poco ricche in metalli, pure talvolta ne contengono e specialmente del cobalto. Il calcareo secondario ancora è traversato in molti luoghi da filoni metallici, specialmente di galena, di rame grigio, di malachite, ecc. (V. Brochant, tomo II. *Trattato delle Rocce*). Nella montagna di Bleyberg in Carintia i filoni di galena alternano colla pietra calcarea conchiliacea nella quale si trovano le belle lumachelle opalizzanti, e la miniera di piombo del Derbishire è ancora nel calcareo conchiliaceo. Parmi che si debba risguardare la formazione di questi filoni o ammassi metallici accaduta in un modo analogo a quello che ho esposto pei metalli situati nelle rocce primigenie. Dove le combinazioni del raffreddamento

e delle altre cause che hanno determinata la distribuzione delle materie nella consolidazione della massa terrestre, hanno trasportato a qualche parte della superficie gli aggregati metallici, questi sono stati disciolti nelle acque del mare primigenio, e mescolati colle terre soggiacquero alle medesime azioni del moto delle onde, del calore e degli agenti chimici: si formarono allora delle fanghiglie eterogenee, composte, cioè, di sostanze terrose e metalliche. Mentre queste fanghiglie erano ancora fluide, le loro diverse parti avvicinandosi secondo le loro respettive omogeneità e secondo gl' impulsi delle loro forze attrattive, i metalli si separarono dalle terre, e gli agenti chimici si combinarono con quelle sostanze colle quali avevano una maggiore affinità.

Il signor Faujas inclina a credere che i metalli possono essere prodotti dalla forza vegetativa e forse ancora dall' animalità. Sono molto belle le sue riflessioni sul ferro, convalidate

ancora dall' autorità di Buffon e di Fourcroy (V. *Faujas, Saggi di Geologia*, tomo II, p. 343). È certo che dai prodotti dell' organizzazione animale e vegetale si possono ricavare delle sostanze metalliche ; ma siccome queste sono suscettibili di una somma sottigliezza; così vi sarà sempre il dubbio se siano materie lavorate dai corpi organici e prodotte da essi, o pure ricavate da' fluidi che hanno circolato nei medesimi. Senza entrare però in così fatta questione, parmi che se dai naturalisti si ammettono delle rocce primigenie la cui formazione ha preceduto quella di ogni corpo organico, si debbano ancora ammettere de' metalli di formazione primitiva; e tali saranno quelli che si trovano racchiusi nelle rocce primigenie, giacchè mi sembra che la loro formazione sia stata contemporanea alle medesime.

Il secondo fenomeno che accompagnò la consolidazione del globo, fu la formazione di vaste caverne nell' interno

della sua massa, come abbiamo già accennato alla p. 135, Parte I. Tutti i geologi, anche i più attaccati al sistema delle precipitazioni, ammettono tali caverne le quali, secondo la loro espressione (V. *De-Luc*, *Elementi di Geologia*, p. 50), avendo qualche relazione alla costituzione primitiva del globo, divengono una guida sicura per determinarla. Molto intralciata però è la maniera colla quale i medesimi spiegano l' origine di tali cavità, dicendo che sono formate per conseguenza di quella disposizione di cose che ha prodotto la differenza delle precipitazioni successive nello stesso fluido; e devo confessare che trovo molto oscuro ciò che lo stesso, per altro celebre, autore soggiunge nel sopraccitato luogo, insegnando relativamente a queste caverne che in esse si comprende ancora per quale ragione le catastrofi evidentemente sopraggiunte in diversi tempi, sono state in tale modo successive, perchè lo doveva essere la formazione delle

caverne per la cagione stessa che le produceva. Nelle *Lettere geologiche a Blumenbach*, stampate pochi anni prima degli *Elementi di Geologia*, trattando di queste medesime caverne, nella lettera terza, periodo terzo ne aveva spiegata la formazione in questo modo. Avendo stabilita l'esistenza dell'elemento acquoso nella parte superficiale della massa terrestre sino ad una certa profondità, il di lui passaggio allo stato di fluido per l'aggiunta del fuoco e la precipitazione de' graniti che formarono uno strato nel fondo di questo fluido, supponeva che sotto gli strati di granito vi rimanesse un ammasso di fango mescolato di liquido che a poco a poco s'infiltrò nella massa de'polviscoli e vi produsse degli sprofondamenti, come veggiamo accadere nelle sabbie quando vi si versa sopra dell'acqua. Si osservi che nell'ipotesi di De-Luc la massa di quelli ch'egli chiama polviscoli, è l'unione di tutti gli elementi terrestri incoerenti che rimasero nella

parte più centrale della massa. Essendo questi di specie diversa, il liquido che vi s'infiltrava, vi produceva qua e là delle modificazioni particolari da cui nacquero delle masse dure diversamente ramificate, le quali, consolidate e resistendo da principio allo sprofondamento, servirono di appoggio alla crosta degli strati che per qualche tempo si sostenne, benchè per l'avvallamento de'polviscoli si formassero delle caverne: quando però queste venivano ad estendersi sotto le basi delle masse solide che formavano i pilastri e le divisioni, le masse medesime crollarono, e la crosta mancando di appoggio si rompeva in una maggiore o minore estensione. Troppo mi dilungherei se volessi esaminare tutte le parti di questa dottrina, molte delle quali sembreranno certamente strane, difficili ad imaginarsi e contrarie ancora alle nozioni generalmente ricevute. Queste c'insinuano che la parte centrale del globo è composta della materia più compatta

e più densa. Come dunque si è consolidata la massa incoerente de' polviscoli? Sarà difficile il concepire come il fluido acquoso ch'era solo presso la superficie, siasi potuto infiltrare sino al centro. Ma lasciando da parte tutte le riflessioni e restringendomi al solo articolo delle caverne, osserverò che l'origine che ho assegnata alla loro formazione è molto facile a concepirsi, e parmi fondata sopra quello che giornalmente veggiamo accadere nelle fusioni grandi de' volcani e nelle piccole de' nostri laboratorj. Nel raffreddamento pertanto del globo, non tutti i gas che si produssero poterono giungere alla superficie: molti si arrestarono vicino ad essa e produssero de' vôti di una grandezza proporzionata alla loro massa ed elasticità. Alcuni di questi vôti saranno stati comunicanti tra loro, altri separati, dirò così, da muri divisorj, e se nelle correnti di lave si formano talora delle gallerie di tre in quattro piedi di altezza e

di una proporzionata grandezza, quali immense cavità avranno potuto essere state prodotte da masse incalcolabili di gas e di vapori che si debbono essere sviluppati nella fusione generale della materia?

Molti fenomeni accaduti nella superficie terrestre pare che si debbano attribuire ai crollamenti di tali caverne, ed uno di questi probabilmente è stato la sommersione dell' Atlantide. I passi di Platone sopra l'isola degli Atlantidi nel *Timeo* e nel Dialogo *Crizia* sono talmente conosciuti che credo inutile il riferirli. Lascio agli eruditi il trattare la questione sulla posizione di quest' isola così celebre e così enigmatica: non istarò dunque ad esaminare se fosse l' America, come si è pensato da molti, o qualche isola del mare glaciale settentrionale, come con profonda erudizione ha cercato di dimostrare il celebre Bailly, o la Svezia, come ha preteso il dotto svedese Rudbeck, o pure, come parmi più probabile, un

gran continente circondato dal mare e situato nel luogo dove ora sono le isole di Capoverde, Madera, le Canarie, le Azore, ecc. Mi restringerò dunque a quelle sole parole di Platone nelle quali si dice positivamente che questa grande estensione di terreno, in cui regnarono parecchi sovrani e dalla quale sortirono potenti armate, nello spazio di una notte e di un giorno, si sprofondò e restò coperta dalle acque del mare. Il signor Bailly che ha profondamente analizzate le parole di Platone, tocca molto leggiermente questo fenomeno che è il più importante, e crede che quell'isola divenisse inaccessibile per la quantità di ghiacci che si andarono formando a misura che il globo si raffreddava verso i poli. Ogni qual volta però non si voglia riconoscere per favoloso il racconto di Platone, come certamente non si riconosce dal signor Bailly, non vedo una ragione di dare una interpretazione così contraria alle di lui parole, e lo

sprofondamento dell'isola, seguito non già in un istante, ma nel corso di 24 ore, parmi indicare il crollamento successivo delle volte di molte caverne che sostenevano quel suolo. Non è necessario il concepire una sola immensa caverna della grandezza di tutta l' isola, come pare inclinato a pensare il signor La-Metrie: lo stesso effetto si poteva avere dallo sprofondamento di molte caverne contigue le cui divisioni saranno restate in piedi e corrispondono alle isole che ancora sussistono. La grande oscillazione che nella massa terrestre avrà prodotto il crollamento della prima caverna, si sarà comunicata alle parti più vicine; e se in queste vi erano altre caverne, i loro sprofondamenti ancora a poco a poco si saranno propagati in tutta quella estensione nella quale vi erano de' vôti sotterranei. Si può rintracciare una ragione di questo grande fenomeno nelle convulsioni che ha dovuto soffrire quell'isola per l' azione de' volcani, alcuni dei

quali anche presentemente sono infiammati. Nell' opera del signor Ordinaire si può vedere l'enumerazione de' volcani ancora attivi delle isole Azore, delle Canarie e del Capoverde, come ancora le tracce evidenti de' volcani spenti de' medesimi luoghi. Tra i volcani ancora accesi di quella contrada merita una particolare menzione il Picco di Teneriffe o di Teida. Il signor Humboldt (V. *Giornale di Fisica*, frimale anno VIII), partecipandoci che questo volcano fece una terribile esplosione il giorno 9 giugno 1798, ci significa ancora che da molti secoli le lave non iscorrono più dal cratere, ma bensì da' fianchi della montagna. L'Atlante di Omero e di Esiodo, quello che conosceva la profondità del mare, che sosteneva le grandi colonne che separano la terra dal cielo, e presso al quale erano i Campi Elisi e gli Orti dell'Esperidi, pare che fosse il Picco di Teneriffe, e forse nel Dragone, custode di quegli orti, era simboleggiato

il volcano di quell' isola (*). I Fenici che pei primi ebbero il coraggio di oltrepassare lo stretto di Gibilterra e di navigare nel Mare Atlantico, dovettero essere colpiti all' aspetto di quella montagna gigantesca la quale, a guisa di una immensa piramide dell' altezza di circa 1900 tese, sembra che sorga dal seno dell' Oceano, e di quelle isole fortunate, perchè poste in un clima felice ed abbellite da ogni sorta di frutti e di agrumi. Le colonie fenicie trasportate nella Grecia vi arrecarono la notizia di questa montagna, la cui tradizione propagata dai poeti giunse ai tempi di Omero, e parmi molto probabile

(*) Nella persona di Tifone, figlio della Terra e che vomitava fiamme dalle sue cento bocche, si riconosce l' imagine allegorica d' un volcano. La Chimera, mostro che vomitava fuoco, come narra Apollodoro Bibl., l. 2, era figlia di Tifone, e suo figlio ancora era il Dragone che custodiva quegli orti celebratissimi, secondo che racconta Feracide, citato dallo Scoliaste di Apollonio Rodio Argon. IV, v. 1396, e che per gli attributi della famiglia a cui apparteneva, pare che fosse l' imagine di un volcano.

che quegli antichi navigatori, avendo avuto commercio colle popolazioni (*) che abitavano nelle isole restate dopo la sommersione dell'Atlantide, trasportassero ancora nella Grecia. la notizia di quel grande cataclismo, che ci è stata conservata da Platone. Se però le descrizioni che i poeti ci han fatto dell' Atlante, corrispondono al Picco di Teneriffe, molto incerte sono le notizie che ci han trasmessi i geografi sopra quella montagna. Tolomeo, Strabone e gli antichi geografi han situato l' Atlante sulla costa occidentale dell'Affrica, dove non vi è alcuna montagna d' un' altezza rimarchevole. Verso il principio della nostra era, quando i Romani portarono le loro armi nella Mauritania e nella Numidia, si cominciò a dare il nome

---

(*) Discendenti degli antichi Atlantidi pare che siano i *Quanchi* che ancora sussistono dispersi nelle Canarie. Veggasi ciò che sopra questa nazione enigmatica trovasi scritto in Goldberry, cap. II; in Kant, Geografia fisica, tomo II, p. 201; nel Viaggio di Bory de S. Vincent, in quello di Macartney, ecc.

d' Atlante alla catena che nella parte settentrionale dell' Affrica si estende dall'E. all'O., al nord del gran deserto di Saara. È molto interessante la descrizione che ne dà Plinio nel libro V, capitolo 1.°, ponendolo nell'Africa in mezzo alle sabbie, chiamandolo *fabulosissimum*, ed applicandogli i caratteri che gli antichi poeti greci avevano dato al loro monte Atlante. Ma il signor Humboldt domanda (V. i suoi *Quadri della Natura* da cui abbiamo ricavato molte delle precedenti notizie) come è avvenuto che i Romani si persuadessero di riconoscere in una lunga catena di monti la montagna isolata di Omero, di Esiodo, d'Erodoto? Egli crede che ciò sia stato per una illusione ottica per la quale una catena di montagne veduta di profilo nel senso della sua lunghezza sembra un picco ristretto. L' Atlante presso Marocco, essendo sempre coperto di neve, debb'avere almeno più di 1800 tese di altezza. È possibile dunque che i Romani avendo

osservata solo questa parte, gli attribuissero i caratteri e la denominazione dell'Atlante de' poeti; ma tale illusione parmi che dovesse svanire allorchè i medesimi penetrarono nell'interno di quella provincia, e cominciarono a percorrere la base della montagna. Mi sembra molto verisimile l'ipotesi del signor Goldberry che la catena presente dell'Atlante d'Affrica una volta si estendesse sino all'Atlantide: in una tale ipotesi le montagne delle isole Canarie, tra le quali ancora quella di Teneriffe, sarebbero state diramazioni di una stessa catena ed avrebbero conservato lo stesso nome anche dopo seguite le rivoluzioni per le quali i pochi avanzi che restarono in piedi di quell'infelice paese, furono divisi dal continente affricano, mentre le altre parti sprofondate nelle caverne sotterranee furono coperte dal mare. Questo è stato al certo un avvenimento grande e straordinario, ma tali fenomeni, benchè in un grado minore,

sono seguiti ancora in epoche a noi molto vicine, e la storia ce ne ha trasmesso le notizie sicure. Nel 1678 si sprofondarono alcune parti delle montagne de' Pirenei; nel 1680 seguì lo stesso fenomeno in Irlanda; nel 1715 cadde all'improvviso una montagna nel Valese, e nel 1751 un'altra montagna si sprofondò nella Savoja. Il celebre naturalista Donati che si trovò presente a quest'ultimo fenomeno, calcolò a tre milioni di tese cubiche la quantità della materia che in quella occasione fu mossa dal suo sito, e riconobbe che nella stessa montagna vi erano delle tracce sicure di altri crollamenti più antichi (V. *La-Metrie*, tomo IV, p. 452).

Il terzo grande fenomeno che avvenne allorquando si consolidò la superficie terrestre, fu la formazione di alcune montagne e valli. Le principali montagne in Europa sono le Alpi, i Pirenei ed i monti della Scandinavia che dividono la Svezia dalla Norvegia; nell'Asia, l'immensa catena

de' monti Altaici, che separa la Tartaria europea dalla cinese, si attacca alla catena de' monti altissimi del Tibet (de' quali, secondo le misure del colonnello Crawford una sommità è alta circa tremila piedi più del Chimborazo), e va a toccare l'America settentrionale, come ancora la catena de' monti dell'Ural che vanno dal sud al nord, e separano l'Asia dall' Europa; nell' Affrica, il monte Atlante ed i monti dell' Abissinia; nell'America, le Cordigliere. Alcuni geografi dopo Buache sono di parere che queste catene di montagne formino alcune serie non interrotte le quali, partendo dal gran *platoro* (*)

(*) Buache, per quanto mi è noto, è stato il primo ad usare il termine di *plateau* nella geografia fisica per esprimere una vastissima ed assai elevata estensione di terra, da cui partano a guisa di raggi diverse catene di montagne, e molti grandi fiumi traggano le loro sorgenti. Siccome questo termine, divenuto famigliare nella geografia fisica, non ha un equivalente nella lingua italiana; così mi sono permesso d' introdurlo, dandogli una desinenza analoga al di lei gusto.

dell'Asia, dividano la terra in quattro pendenze inclinate l'una verso l'Oceano di cui il Mediterraneo, l'Adriatico, il Baltico, ecc., sono dei golfi; l'altra verso il mare delle Indie; la terza verso il grande Oceano o Mare Pacifico; la quarta verso il Mare Glaciale (V. *Buache, Geografia fisica*). Siccome però questa continuazione di montagne in molti luoghi è interrotta nella superficie della terra, ed in altri siti conviene formarla con anelli presi nel mare; così possiamo concepire quelle catene di monti realmente distinte tra loro, tanto più che le direzioni osservate dai geologi nelle grandi catene di montagne non si possono ridurre facilmente a quelle che deriverebbero dall'idea di Buache.

Da molti geologi si è stabilito un certo ordine nelle rocce che compongono le grandi catene di montagne, considerandole formate da cinque strisce appoggiate le une alle altre e composte da tre specie di rocce,

delle quali due sono simili a destra ed a sinistra della prima. Questa che è la banda centrale o primitiva forma l'asse della catena, s'innalza sopra le altre due ed è composta di granito e di porfido: la banda più vicina a quella del centro, sì da una parte come dall'altra, è formata generalmente da pietre fogliettate, come gneis o granito fogliettato nel quale predomina la mica, da schisti, ardesie, ecc.: viene quindi quella che si appoggia agli schisti, situata a destra ed a sinistra delle due catene schistose, e che è composta di marmi salini o coloriti o bianchi di grana cristallina. A queste tre specie di montagne primitive si appoggiano le secondarie, nelle quali cominciano a mostrarsi i corpi organici fossili. Il Caucaso che occupa lo spazio tra il mare Caspio ed il Ponto Eusino, secondo Pallas, è una delle più grandi elevazioni granitose ch'esistano sul globo, ed è accompagnato regolarmente da quelle bande schistose che ricuoprono sempre

le coste delle grandi catene, come ancora dalle montagne secondarie e terziarie (*). La natura però si è allontanata sovente da questa regola generale che si è stabilita dai geologi. Quando si traversano i Pirenei per andare dalla Francia nella Spagna, si trova prima il calcareo, di poi si sale alle montagne schistose, quindi si trova il granito, e seguendo a salire si trova di nuovo il calcareo, su del quale si scende sempre sino a che si giunga in Ispagna. Se con Ramond poniamo l'asse de' Pirenei nella parte granitosa, avremo in questa catena la stessa alternativa di rocce, cioè granito nel centro, a destra ed a sinistra gli schisti, e quindi il calcareo: l'elevazioni però di queste rocce sono molto diverse da quelle che si sono stabilite,

(*) Nella catena del Caucaso il calcareo secondario si estende molto più dalla parte del sud che del nord, poichè in questo lato è coperto in gran parte dalle Dune sabbionose le quali si perdono nell'arida pianura detta Stepp di Kuma.

mentre il calcareo, e ciò ch'è più singolare, il calcareo secondario con impronte di corpi marini forma la parte più elevata de' Pirenei. Ebel, parlando della struttura delle Alpi, osserva che non v'è alcuna catena centrale in senso geognostico, che nessuna roccia forma esclusivamente i vertici o i picchi elevati, e non esser vero, come si crede comunemente, che le più alte cime siano di granito, ma che indistintamente sono di varie specie di rocce, talchè nessuna si può risguardare come la fondamentale o come il nocciolo interno a cui le altre siansi appoggiate. Lasciando però da parte la questione se nelle grandi catene di montagne vi sia un ordine ed una regolarità costante nell'altezza delle rocce, ciò ch'è certo è che esse sono formate in gran parte da quelle rocce alle quali si è dato il nome di primitive: ma siccome il livello del mare è stato dodici in tredicimila piedi più elevato di quello ch'è al

presente; così in molti luoghi ha dovuto coprire alcune parti delle catene primitive, e non sarà difficile il caso di trovare una montagna formata di una roccia primigenia, nella quale il vertice o i lati siano coperti da rocce di transizione o anche secondarie: chè anzi (V. *Ebel*) non solo ai lati delle formazioni primitive si osservano le formazioni posteriori, ma anche tutti i vasti interstizj che come valli immense separano le alte cime e catene di monti, sono coperti dovunque da formazioni diverse di calcarea stratificata, di arenaria, di conglomerati, di marna, di litantraci, sal gemma, gesso, calce conchiliacea e creta, e da strati terrosi di alluvione, di sfasciumi di rocce, di ciottoli, e frequentemente ancora di sabbia mobile: da tali strati alcune volte sporgono fuori qua e là le colline di rocce primitive a guisa di scogli o d' isole. Ciò sembra dimostrare che l' origine di quelle formazioni posteriori si debbe ripetere dall' azione di

un fluido o sia del mare primigenio, il quale copriva egualmente sino ad una certa altezza le rocce primitive che formavano la parte consolidata del globo, come si è espresso nel capitolo precedente.

I grandi problemi che si presentano alla mente del geologo osservando le catene de' monti sono: Quali sono state le cause che hanno prodotto queste protuberanze nella superficie del nostro pianeta? che hanno disposto le loro parti in istrati talora orizzontali, ma sovente inclinati all' orizzonte ed anche perpendicolari? che hanno potuto rompere quelle enormi masse e scavare quelle profonde valli che le tagliano in tutte le direzioni? Riflettendo allo stato primiero di fluidità del nostro globo ed alla sua forma elevata all' equatore e depressa ai poli, la prima idea che naturalmente si presenta, è quella che il moto di rotazione della terra abbia potuto influire nella formazione delle montagne. Questa idea potrebbe

essere confermata dall' osservazione che le più alte montagne del globo sono nell'America presso l' equatore. Però quando si riflette che montagne molto elevate sono ancora fuori dei tropici e che sotto l' equatore vi sono moltissimi luoghi poco elevati e delle valli assai profonde , sembra che il moto di rotazione del globo non sia stata la causa immediata della formazione delle montagne. *Le regioni equatoriali dell'America*, dice il signor Humboldt, *presentano le cime più elevate ed ancora le pianure più estese e più basse del mondo , contrasto il quale prova abbastanza che la rotazione del globo non è la causa di questo aggruppamento di montagne presso l'equatore: così sotto il grado 60.° di latitudine boreale la Cordigliera delle Ande s'innalza di nuovo ad un'altezza quasi eguale a quella che si osserva nel regno del Quito.* Se però l' origine delle montagne non si può ripetere dal moto di rotazione della terra, parmi assai probabile che

questo abbia avuta qualche influenza nella loro formazione, come or ora vedremo.

I geologi seguaci del sistema nettuniano suppongono, come si è già detto altrove, che il globo sia stato formato da diverse precipitazioni accadute in un fluido: le prime precipitazioni formarono i graniti ed i porfidi; le altre gli gneis e le rocce fogliettate, il calcareo primitivo, e così di poi. Dopo che il mare primigenio si era sbarazzato di queste sostanze che teneva in dissoluzione, sono incominciate le precipitazioni che hanno formato le rocce di transizione, ecc. Le conseguenze che dovrebbero derivare da questa dottrina sono, 1.° che il nostro globo fosse stato composto da tanti strati concentrici, paralleli ed orizzontali; 2.° che gli strati medesimi dovrebbero appartenere a diverse epoche corrispondenti alle loro diverse formazioni, e perciò la prima e la più antica formazione sarebbe quella de' graniti e de' porfidi, indi

quella degli gneis, ecc.; 3.° che alcune rivoluzioni accadute nel globo guastassero l' ordine degli strati in modo tale che alcuni fossero rovesciati, altri innalzati, tutti posti fuori della loro originaria situazione. La prima difficoltà che s' incontra in questa ipotesi, nasce dall' alternativa che si osserva nelle rocce componenti una catena di montagne. Concepiamo dunque in una posizione orizzontale tutti quegli strati che ora sono o inclinati o verticali. Siccome il granito, il porfido, lo gneis alternano tra loro senza alcuna costante regolarità, così lo stesso ancora doveva essere nella situazione orizzontale; e perciò non sembra che si possano ammettere quelle regolari e successive precipitazioni prima de' graniti, indi dei porfidi, degli gneis, ecc.; ma converrebbe dire che le diverse precipitazioni sono avvenute senza veruna regolarità, e che talora le precipitazioni medesime si sono ripetute dopo alcuni periodi di tempo, ciò che rende

l' ipotesi molto complicata e difficilmente conciliabile coll' altra de' diversi menstrui che si sono successivamente separati dalle acque del mare primitivo. Più inverisimile ancora diviene questa ipotesi se consideriamo l'enorme quantità di materia che compone una catena di montagne. La superficie delle Alpi si può calcolare circa seimila leghe quadrate. Sieno stati pure grandi quanto si vuole i cataclismi accaduti nel globo, l' imaginazione troverà sempre della difficoltà nel concepire una forza sì grande nella natura da potere smuovere dal suo sito quella massa enorme di materia la quale si era già consolidata. Potrò concepire una parte del globo sprofondarsi pel crollamento delle caverne sotterranee, ma che una massa così grande di materia, come quella che forma una catena di montagne, dopo essersi consolidata possa essere sollevata, rovesciata e posta fuori della sua originaria posizione, parmi un fenomeno che

ecceda le forze conosciute del nostro pianeta: nè gioverebbe il dire che molti cataclismi si sono ripetuti più volte in diversi punti; poichè l'uniformità della direzione ed inclinazione di alcuni strati per tutta l'estensione di una stessa catena fa vedere che ciascuno di essi è stato formato, per così dire, di un solo getto. Ebel ha dimostrato che nella catena delle Alpi tutte le specie di rocce primitive, nessuna eccettuata, sono disposte in istrati e banchi determinatissimi, e che questi hanno una direzione costante dall'O. SO. all'E. NE., talchè in tutto il sistema di strati non si vede in verun luogo alcuna locale perturbazione o incurvamento o spostamento irregolare, ma da per tutto si osserva una certa uniformità, ciò che non si può combinare coll'idea di cataclismi o di rivoluzioni.

Seguendo i principj che si sono premessi, parmi che si possa concepire la formazione delle catene di montagne nella superficie del globo

accaduta in questo modo. Allorchè la terra era ancora fluida, gli elementi delle diverse rocce primigenie si sono uniti in diverse parti secondo gl' impulsi delle loro attrazioni reciproche, e secondo che lo permettevano le resistenze delle altre materie frapposte. Il primo grado di raffreddamento prodotto dalla separazione del calorico ed accaduto nel modo che abbiamo esposto, ebbe luogo nella superficie la quale dallo stato di perfetta fluidità passò a quello di mollezza: i diversi progressi del raffreddamento formarono diversi strati: intanto però il raffreddamento si propagava ancora alle parti più interne, e siccome esso dipendeva dalla combinazione del calorico coi principj solidi dei gas, così a misura che questi si sviluppavano e si dirigevano verso la superficie ancora molle, ne sollevavano le parti le quali, seguendo sempre a raffreddarsi maggiormente, presero consistenza e si consolidarono in quelle situazioni che avevano

ricevuto dall' impulso dei gas. Allorchè una corrente impetuosa di fluidi elastici si era aperta la strada principale in una direzione, i gas che si sviluppavano da altre parti vicine, trovavano minore difficoltà ad incanalarsi, per così dire, nella medesima strada, e le parti sollevate della superficie ancora molle rendevano più facile l' innalzamento nella stessa direzione alle altre parti vicine, molli ancor esse e ch' erano spinte da quelle correnti di gas che non avevano potuto unirsi colla corrente principale; dal che doveva risultare una certa corrispondenza di direzione in tutte le parti smosse ed innalzate. Se si concepisca in oltre che le parti della superficie avessero quel grado di mollezza che bastava, affinchè ritenessero la situazione presa per l' impulso dei gas, le parti più interne essendo più calde e per conseguenza ancora fluide, cessato in quel sito il passaggio dei gas, dovevano ricadere sopra sè stesse ed unirsi chiudendo il vôto:

vi saranno però restate quelle cavità che si erano formate vicino alla superficie, le pareti delle quali non erano più fluide, ma avevano incominciato a consolidarsi. Tali cavità le quali altro non erano che separazioni di continuità presso la superficie, hanno dato origine alle valli, e dal modo col quale le concepisco prodotte, si vede che in ogni catena di montagne debbono avere delle relazioni e delle comunicazioni tra loro.

Si è osservato dai geologi (V. *Ebel*) che le catene più estese di monti hanno una direzione costante dall'O. all'E. o almeno l'affettano, deviando poco dalla medesima. Le Alpi sono dirette dall'O. SO. all'E.NE: i Pirenei dall'O.. all'E., e secondo Palasson dall'O. ON. all'E. ES.: la lunghissima catena di monti la quale, estendendosi dal mare di Azow sino quasi al mare del nord sotto diverse denominazioni, forma la catena media dell'Europa, ha una direzione dall'O. all'E. L'Asia è attraversata da una

schiera di monti dall'O. all'E. Presso le coste del Mar Nero e del Mediterraneo si alzano le montagne del Tauro che occupano tutta l'Asia minore e passano poi nel Caucaso e nel colossale Imaus che con infinite catene traversando nella direzione dall' O. all' E. i paesi al nord del Bengala, la Cina settentrionale e tutta la Tartaria, si estende sino al mare del sud. L'Affrica è tagliata da catene di monti tra i fiumi Niger e Zaire, ed al nord del gran deserto di Saara, dalle catene dell'Atlante sempre nella direzione dall' O. all'E. Nell'America meridionale, secondo le osservazioni di Humboldt, le Cordigliere, alte quanto le Alpi, tendono dall' O. all' E., e la catena de' monti che taglia gli Stati Uniti dell'America per una lunghezza di 200 leghe sopra una larghezza media di 40, si dirige dal SO. al NE. La sola catena dell' Ural che divide l'Asia dall'Europa è diretta, come si è detto poc'anzi, dal N. al S. Essa però poco si debbe

valutare a fronte di tutte le altre. Questa direzione costante pare che sia stata determinata da una specie particolare di forza, e sembra indicare una causa la quale abbia agito in un modo regolare ed uniforme, e tale potrebbe essere il moto di rotazione del globo che succede appunto nella direzione dall' O. all' E. Imaginiamo de' torrenti di fluidi gassosi i quali si sviluppino da un corpo mentre questo gira intorno al suo asse. Sino a che formeranno una parte della massa del globo, parteciperanno al di lui moto nella stessa direzione; e nel momento in cui, slanciati dalla loro elasticità, ne sortiranno fuori, per effetto della forza d' inerzia riterranno una parte di quel moto che era loro impresso precedentemente. Abbiamo un' imagine in piccolo, e dirò così, in miniatura, di ciò che ho detto, in un fenomeno che si osserva nelle correnti di lave. Mentre queste scorrono a guisa di masse semifluide, se accada qualche sviluppo di fluidi

gassosi i quali formino o delle porosità interne o delle cavità allungate a guisa di gallerie, o delle fenditure nella superficie, in una parola che producano qualsivoglia separazione di continuità, si vedrà sempre che la direzione dell' asse maggiore o dei pori o delle cavità o delle fratture coincide colla direzione nella quale si muove la corrente (*): così appunto gl' immensi torrenti de' fluidi elastici

(*) In ogni recipiente di vetro il quale sia fornito di un collo, si possono fare le seguenti osservazioni: 1.° la pasta del vetro si vede sparsa di piccole cavità, prodotte da bollicine di qualche gas che si è sviluppato nella fusione; 2.° queste cavità nel collo e nel corpo del recipiente sono allungate nella direzione nella quale ha dovuto muoversi la pasta quando era fluida; 3.° nel fondo del vaso le cavità medesime hanno la figura rotonda, perche ivi il moto della pasta cessava. Questi fenomeni sono più visibili nei vetri ordinarj verdastri. Alcuni mineralogi tedeschi hanno osservato che nel mandelstein, da loro detto secondario, i vacui hanno ordinariamente una direzione determinata: non potrebbe ciò essere un argomento per provare che quella roccia è stata una lava? I vôti si formano dallo sviluppo dei gas, e se la massa è ferma, non si osserva alcuna direzione costante nei vacui.

che sortivano dal globo, mentre questo si consolidava, avevano una tendenza alla direzione dall' O. all' E., perchè in questa direzione seguiva il moto della terra a cui essi appartenevano, e nella medesima direzione ancora veggiamo le tracce e gli effetti del loro passaggio. La direzione nella quale ha operato la forza sollevatrice delle grandi masse ancora molli, ha influito nella direzione ed inclinazione degli strati non ancora induriti. Con questo principio parmi che non solo si possa rendere una ragione di quella legge di costante direzione ed inclinazione negli strati di montagne primitive che si è voluta stabilire da alcuni geologi, ma che si possa eziandio spiegare qualche particolare fenomeno, per esempio, di strati incurvati e ripiegati. Una materia molle, e per conseguenza flessibile, si presta facilmente a ricevere quelle figure e quelle posizioni che sono determinate da forze impellenti e da combinazioni accidentali. Non

potrò giammai persuadermi che gli strati inclinati o verticali delle montagne abbiano presa quella situazione dopo la loro consolidazione, che in origine sieno stati orizzontali e che siasi cambiata la loro posizione per effetto di cataclismi e di rivoluzioni accadute nel globo. So che questa è stata l'idea dell'illustre Saussure, la cui autorità ha strascinato il consenso della maggior parte de' geologi: non so però se questa opinione si possa conciliare coll'osservazione che in tali strati inclinati o verticali sovente per lungo tratto non si vede alcuna rottura, e talvolta si ravvisano delle sinuosità o piegature senz' alcuna interruzione, nè parmi possibile il fare cambiare sito ed indurre delle pieghe in un corpo indurito e consolidato senza romperne le parti. Se si vuole ritenere l'idea che la situazione originaria degli strati sia stata l'orizzontale, mi sembra più verisimile cosa il pensare che la loro posizione siasi cambiata quando i medesimi non

erano ancora assodati, e nello sviluppo dei gas parmi che possiamo avere una causa proporzionata all'effetto che si vuole spiegare. Non si perda però di vista che talora la stratificazione è un' apparenza prodotta dalla decomposizione nella superficie delle montagne.

Alcuni geologi, veggendo che nel fondo delle valli scorrono masse d'acqua, fiumi o torrenti, hanno attribuito alle acque correnti la forza di tagliare le montagne e trasportarne lungi quei materiali che formano le masse intermedie. L' osservazione con troppa facilità ammessa e generalizzata di Burguet della corrispondenza sì negli strati delle pareti opposte delle valli, come negli spigoli sporgenti e rientranti, ha molto contribuito a confermare questa opinione, la cui falsità è stata dimostrata da Saussure. Da molte osservazioni di questo dotto geologo (V. i suoi *Viaggi nelle Alpi*, § 577) risulta che la proposizione di Burguet si verifica solo nelle valli

trasversali, strette, ecc. di formazione recente, mentre al contrario le grandi valli longitudinali la cui esistenza è antica come quella delle montagne, e che sole meritano di essere considerate in una teorica generale, presentano delle dilatazioni e restringimenti successivi, e per conseguenza il contrario di quello che si era asserito da Burguet. Le osservazioni di Saussure sono state confermate da altri. Il signor André, avendo traversato più volte e per diverse strade la gran valle del Valese, ha notato che questa, in vece di avere gli angoli salienti e rientranti in corrispondenza nei due lati, cinque volte si slarga e si restringe alternativamente.

Altri geologi, sul riflesso che nel corso ordinario delle cause che agiscono nella superficie del globo, non se ne ravvisa alcuna la quale produca un effetto in qualche modo analogo, non hanno osato di dare tanta forza ed attività alle acque che scorrono

attualmente. Il Rodano, dopo di avere formato il lago di Ginevra, sorte per uno stretto passaggio detto la Chiusa, il quale è un profondo taglio fatto nella catena del Giura: la sommità del monte che è alla destra del fiume, è elevata sulla di lui superficie cinquecento tese, mentre la cima del monte che è alla sinistra è innalzata solo per 400. Il vôto tra queste montagne è stato calcolato dal signor Luigi Bertrand per 866,656,000 tese cubiche. L'accordare alle acque del Rodano la forza di rompere e di trasportare i pezzi di una massa così grande, eccede ogni verisimiglianza. Chè se poi si volesse supporre che il Rodano da principio scorresse sulla sommità delle montagne e che a poco a poco si fosse aperta la strada che ha presentemente, converrebbe supporre tutta la valle del lago piena d'acqua sino a quell'altezza, ciò che non si può ammettere per la ragione che, essendovi intorno al lago delle colline molto basse, le acque si

sarebbero facilmente scaricate passando sopra le loro sommità, se pure non si volesse supporre gratuitamente che queste una volta fossero molto più elevate. La stessa osservazione si può ripetere sopra diversi altri luoghi. Ne citerò uno che ci può interessare per la sua vicinanza. L'Adda, dopo d'avere formato il Lario, giungendo alla punta di Bellaggio, si divide in due rami: con uno si dirige al S. e passa presso Lecco; coll'altro volgendosi da principio al SO., e piegando di poi al S., termina nella città di Como. Pel lato SE. le acque hanno uno sfogo tra il monte Baro ed il monte di Magianico. Se si volesse supporre che queste due montagne fossero state una volta unite, e che di poi l'acqua le avesse tagliate corrodendole a poco a poco, converrebbe imaginare il livello del lago nel piano della loro altezza, ed in questo caso le acque si sarebbero scaricate dalla parte di Malgrate dove incomincia la valle di Madrera. L'attribuire alle

acque le separazioni delle montagne e le rotture che si ravvisano in esse, parmi che sia lo stesso che l'assegnare una causa non proporzionata all'effetto. Come spiegare coll'azione dell'acqua la formazione di que'circhi o vasti spazj circolari racchiusi da tutte le parti da alte e scoscese rocce che sì frequentemente si osservano nelle Alpi, o di quei picchi e di quelle piramidi isolate le cui parti contigue sembra che siano state tolte da una qualunque causa, benchè i loro frammenti non si trovino ai loro piedi? Le acque trasportando al basso tutt' corpi che distaccano dalle loro masse, debbono riempire i vôti della superficie e non possono formare sprofondamenti circolari chiusi da tutte le parti.

Quella forza pertanto che non si può imaginare nelle acque correnti, è stata attribuita da altri alla massa immensa del mare, quando da una parte del continente è passata ad occuparne un'altra: in quel grande

sconvolgimento dunque le acque hanno rotto le catene de' monti ed hanno scavato le valli. Contro tale ipotesi però si può addurre una riflessione molto semplice. Parecchi fiumi, sortendo da una valle, proseguono il corso nella pianura in un alveo continuato ed uniforme: tali sono il Po, il Brenta, l'Adige; ma sovente dove la valle sbocca nella pianura, vi è qualche grande ed esteso sprofondamento di suolo che arresta per qualche tempo il corso del fiume: le sue acque allora debbono riempire tutta la cavità, vi depongono le terre, le sabbie, le pietre, ecc. che hanno trasportato dall' interno della valle, e che hanno ricevuto dai confluenti minori, e limpide e chiare ne sortono riprendendo il loro corso e sovente conservando ancora il loro nome, come, per esempio, il Rodano, il Ticino, l'Adda, ecc.; il primo riempie il bacino del Lago Lemano o sia di Ginevra; dal secondo nasce il Verbano o Lago Maggiore, e dal terzo il Lario o Lago

di Como. Se si calcolino le quantità immense di materiali che si sarebbero dovuti togliere per formare sì le valli principali come le secondarie le quali sboccano in esse, si vedrà che tali quantità sono senza paragone maggiori degli spazj che presentano i laghi. Ora se le valli fossero state scavate dalle acque del mare nel loro ritiro, queste avrebbero dovuto trasportare nella pianura tutt' i materiali che formavano le masse intermedie, deporli dove il loro corso era rallentato, e riempire in conseguenza le cavità, conservandosi solamente un letto per iscorrervi e continuare il loro corso; nè si può credere che le materie, la cui mancanza forma al presente le valli delle montagne, siano state sparse sopra le pianure, poichè l' acque sortendo fuori dai monti prima di spargere quei materiali sul piano, avrebbono dovuto riempire ogni cavità e livellare il terreno. Sembra in oltre difficile l'accordare alle acque correnti in un

breve periodo di tempo la forza di scavare profondi e spaziosi bacini, benchè non si possa negare ad esse quella di aprirsi una strada quando la resistenza che incontrano può cedere al loro urto e non le obbliga a cangiare direzione. Quest' argomento è stato diffusamente trattato da G. A. De-Luc nelle sue diverse opere.

Altri geologi, persuasi che i nostri continenti e le loro rocce abbiano avuta origine da successive deposizioni e precipitazioni accadute in un fluido, cioè nel mare primigenio, hanno pensato che mentre si formavano gli strati pietrosi, le correnti del mare, solcandone il fondo, vi conservassero sempre il loro corso, ed impedissero l' unione e la precipitazione di ogni materia nel loro filo, senza per altro porre ostacolo alla costruzione de' medesimi strati lateralmente. Concepiamo dunque che mentre per mezzo della deposizione si producevano gli strati terrosi e

le loro parti erano ancora molli, le correnti li traversassero, trasportando seco loro i materiali necessarj per la costruzione delle parti centrali, queste verrebbono a mancare e si produrrebbero solo le loro estremità. In questa ipotesi la formazione delle valli sarebbe stata contemporanea a quella degli strati delle montagne. Osservo però che i geologi i quali sostengono la formazione degli strati terrestri per mezzo di deposizioni o precipitazioni seguite in un fluido, e per conseguenza ammettono non solo la stratificazione delle rocce, ma la loro originaria orizzontalità, sono obbligati di poi a supporre, come abbiamo detto, molti cataclismi i quali abbiano alterata la loro primitiva regolarità e rovesciati gli strati. Ora in tali convulsioni è difficile il concepire come siansi conservate quelle valli la cui formazione era stata contemporanea a quella degli strati medesimi. Se sopra una carta geografica si osservi una catena di monti colle

loro rispettive valli, si vedrà che queste formano in gran parte diversi sistemi uniti e connessi tra loro. Vi sono le grandi valli che il più sovente sono vicine alla parte più centrale della catena e continuano fino alla pianura: in queste sboccano le valli minori nelle quali vanno a terminare altre valli più piccole; e così di seguito, in modo che se coll'imaginazione si risalga dalla pianura verso le sommità delle montagne centrali di una catena di monti, ogni valle principale si può considerare come un tronco da cui partono tanti rami i quali si vanno dividendo successivamente in altri più piccoli. Ora tale disposizione mi sembra diversa da quella delle correnti del mare. Una corrente si divide talora in due che prendono direzioni diverse, e qualche volta due correnti diverse si uniscono in una sola; ma nè il numero delle correnti del mare, nè la frequenza di quelle combinazioni si può applicare alla moltiplicità delle valli che

sono in tutte le grandi catene di monti. Allorchè il nostro globo era in gran parte coperto dalle acque del mare e si formavano le rocce di transizione e secondarie, è probabile che le correnti abbiano contribuito in qualche luogo a modificarne la superficie, come or ora si esporrà, ed avranno ancora lasciato qualche traccia (*) del loro corso; ma la disposizione e quantità delle valli nelle montagne primitive non mi pare che combini col numero e coi fenomeni che si osservano nelle correnti. Nella catena delle Alpi le valli più lunghe e le più importanti si trovano nella

(*) Nelle opere di Saussure si trovano diversi esempj di tracce lasciate dalle correnti antiche del mare sopra rocce scoperte e tagliate a picco nella catena delle Alpi. Si potrebbe dubitare che molte di queste, credute tracce di correnti, siano erosioni fatte dalle meteore atmosferiche in massi e strati più teneri che interrompono talora la continuità di una roccia e soggiacciono ad una decomposizione più facile: non avendo però avuta occasione di verificare i fatti addotti dal citato autore, non ardisco promuovere dubbj sopra ciò che un osservatore così distinto dice di aver rilevato.

stessa direzione longitudinale delle montagne. Vi sono parecchie valli trasversali, ma non sì grandi ed estese come le valli longitudinali, e nessuna traversa le Alpi per tutta la loro larghezza (*Ebel*). Sembra molto difficile l' imaginare che le correnti avessero potuto tagliare in tal modo quella catena di monti.

Il signor G. A. De-Luc, avendo adottata l'ipotesi che i nostri continenti e le loro rocce siano state formate a strati prodotti da successive precipitazioni per mezzo di combinazioni chimiche in un liquido acquoso, ha imaginato, come si è detto poco fa, che sotto gli strati rimanesse un ammasso di fanghiglia la quale copriva tutta la congerie de' polviscoli incoerenti che, secondo il suo sistema, formava la parte più interna del globo. Ha supposto di poi che il fluido della fanghiglia a poco a poco s' infiltrasse nella massa de' polviscoli e vi producesse degli sprofondamenti. In questo modo si sono formate le

montagne per gli sconvolgimenti degli strati, e le valli sono le conseguenze di tali catastrofi. Tale in ristretto è l' ipotesi di questo dotto naturalista, come si ricava dalle sue lettere a Blumenbach. La sola di lei complicazione la rende abbastanza inverisimile; e siccome la medesima è fondata sul principio delle precipitazioni che si è rigettato; così non mi credo in obbligo di entrare in un esame particolare della medesima. Osserverò solo che in essa non si rende alcuna ragione di quella regolarità che si osserva nella direzione delle grandi catene di montagne e delle relazioni che vi sono tra le loro valli: tanto le prime quanto le seconde essendo formate da accidentali crollamenti, non dovrebbero avere alcuna connessione tra loro, nè verun aspetto di regolarità.

Dovendosi ragionare colle idee che abbiamo, e tra le forze che agiscono nella natura non conoscendosene alcuna che abbia tanta energia da

potere scavare le valli e formare nelle montagne quelle grandi e profonde spaccature che vi si ravvisano, mi sembra molto verisimile il pensiere che questi sieno fenomeni i quali abbiano accompagnato la prima consolidazione del globo, e che per conseguenza si debbano risguardare come impressioni lasciate nella di lui superficie da quelle cause che produssero la consolidazione della medesima, cioè gli sviluppi dei gas nel modo che si è esposto. A questa causa però, che considero come la primaria, se ne debbe aggiungere un' altra, ed è quella delle fenditure prodotte nel restringimento della materia terrestre mentre si consolidava e si raffreddava. Risguardando pertanto le valli contemporanee alla consolidazione delle montagne e formate da quelle stesse cagioni che produssero quelle elevazioni, ne segue che non sono le acque che hanno scavato le valli, ma bensì le valli sono quelle che hanno determinato il corso delle acque.

Sino ad ora abbiamo parlato delle montagne formate di rocce primigenie, e delle valli che appartengono alle medesime. Siccome però anche nei terreni di transizione e secondarj si veggono montagne e valli, così ragion vuole che si parli ancora di queste. Dal modo che si è esposto nel capitolo precedente e col quale abbiamo imaginato che sieno state prodotte le rocce di transizione e secondarie, ne segue:

1.° Che le medesime dovettero appoggiarsi alle primitive e talora ricoprirle, e che la posizione ed inclinazione de' loro strati furono determinate necessariamente dalla configurazione della superficie sulla quale seguivano le deposizioni. Queste non erano sempre simili, e sovente cambiavano di natura secondo che si combinavano le diverse materie: così veggiamo che le formazioni di calcaria stratificata antica, deposte ai fianchi de' monti primitivi, sono separate frequentemente dalle rocce primitive per mezzo di

strati o di arenaria a grani grossi o di puddinghe o di miniera di ferro o di argilla ricca di petrificazioni, ecc.

2.° Le montagne primitive sono state più o meno coperte dalle deposizioni del mare primigenio secondo le direzioni nelle quali le di lui acque furono mosse in quel primo periodo di agitazione e d'intorbidamento, prima che si stabilisse il presente ordine di cose. Nella catena delle Alpi le materie secondarie si sono accumulate a notabili altezze dalla parte del nord, dal che Dolomieu ha dedotto che le correnti del mare, le quali le hanno apportate, venivano in quella direzione: al contrario, nella catena de' Pirenei le sostanze secondarie s'innalzano ad altezze maggiori di 8 in 900 tese dalla parte del sud, e da ciò Ramond ha dedotto che venivano dal mezzogiorno. Riflettendo alla vicinanza di quelle due catene ed alla diversità delle due direzioni, sarà facile il concepire, dice Ramond, da quale spaventevole agitazione erano

tormentati i mari che allora coprivano le montagne primitive, ciò che combina con quello che si è detto di sopra sul moto che agitava le acque del mare primigenio.

3.° Le valli delle montagne primitive hanno preceduto quelle de' monti delle formazioni posteriori, essendo sì le une come le altre contemporanee alla formazione delle loro respettive montagne: la direzione però delle prime ha determinato quella delle seconde. Le prime formavano delle irregolarità nel fondo del mare primigenio, e mentre l' acqua era agitata e commossa, nella loro direzione si producevano delle correnti le quali tagliavano le montagne secondarie a misura che si consolidavano. A queste correnti noi assegniamo una causa, ed è la configurazione della superficie consolidata del globo o sia di quel fondo del mare primitivo, e per mezzo di esse possiamo rendere una ragione almeno plausibile delle valli di montagne secondarie, che sono

poste nella direzione medesima delle valli di montagne primigenie e che ne formano la continuazione. I geologi che han voluto spiegare la formazione delle montagne e delle valli per mezzo di cataclismi e sconvolgimenti seguiti dopo la consolidazione della superficie terrestre, han trattato la questione se le valli de' terreni di transizione e secondarj sieno contemporanee a quelle che sono nei monti primitivi. Pare che il signor Ebel siasi imbarazzato su questo argomento. In un luogo della sua celebre opera sulla struttura della terra nei monti delle Alpi, asserisce che le più grandi squarciature e rovine anche delle Alpi calcarie avvennero in quella stessa epoca di violenta distruzione che infierì sulla massa delle Alpi primitive, e ne adduce in prova le grandi valli trasversali che dal centro delle Alpi primitive si prolungano al S. ed al S. O. e nella medesima direzione tagliano le calcarie, come la valle del Ticino dal s. Gottardo sino al Lago maggiore,

la valle della Spluga sino al Lago di Como e quella dell'Adige dal mezzo del Tirolo sino a Chiusa. In un altro luogo però riconosce che la deposizione della calcaria stratiforme ebbe luogo quando erano già accadute alcune grandi squarciature nelle Alpi primitive, ed in un altro sito soggiunge che la distruzione principale delle Alpi primitive avvenne dopo compita la formazione della calcaria stratiforme. La prima proposizione combina colla terza; è però contraddetta o almeno limitata molto dalla seconda.

4.° Nell' indurimento delle rocce delle formazioni posteriori potevano aver luogo molti fenomeni analoghi a quelli ch' erano seguiti nel raffreddamento delle primigenie, poichè sì l' una come l' altra cagione produce lo stesso effetto, cioè il restringimento delle parti. Nel disseccamento dunque di una massa si saranno formate delle fenditure o separazioni di continuità, ed una fenditura grande avrà

determinato altre fenditure minori laterali da cui si sono di poi formate le valli. Il disseccamento che produce delle linee di ritiro in una massa piccola, potrà formare delle grandi spaccature in una montagna. Di questo principio si è servito ancora Ramond per assegnare un'origine ad alcune grandi spaccature che si osservano nel monte Perduto nei Pirenei. La formazione di una spaccatura grande poteva produrre l'effetto che un fianco di una montagna s'inclinasse verso quella parte dove gli mancava l'appoggio e dove era interrotta la sua continuità, e se ciò accadeva mentre gli strati non erano ancora bene consolidati, poteva succedere che questi si piegassero e prendessero diverse posizioni determinate da combinazioni accidentali. Le spaccature poi originate nel modo che si è detto, potevano essere dilatate ed ingrandite dal corso delle acque.

5.° Siccome l'epoca della formazione delle rocce sì di transizione

come secondarie fu quella nella quale il globo non era ancora ridotto alla temperatura attuale: così è molto verisimile che dal fondo di quel mare ancora caldo si sviluppassero delle correnti di fluidi aeriformi i quali o sconvolsero la regolarità delle precipitazioni prima che si consolidassero, o diedero alle medesime una posizione diversa dall'originaria. Parmi dunque che si possano spiegare le irregolarità che si osservano nella direzione ed inclinazione degli strati delle montagne secondarie, in una maniera analoga a quella che si è accennata per gli strati delle montagne primitive.

Oltre le montagne di transizione e secondarie delle quali abbiamo parlato sinora, vi è un altro ordine di montagne meno elevate, prodotte dalle catastrofi più recenti del nostro globo, ed è quello che forma i terreni che diconsi terziarj o di alluvione. Questi sono composti di grés e di marne intrecciate di strati

diversamente mescolati. In Russia nel Governo di Orenburgo le montagne terziarie contengono un fondo inesauribile di miniere di rame sabbionoso-argillose, che ordinariamente si trovano negli strati orizzontali. In queste montagne di gré stratificato sopra l' antico piano calcario sono abbondantissimi i legni petrificati e spesso mineralizzati dal rame o dal ferro, come ancora le impronte di tronchi di palme, di canne e di altri frutti stranieri: finalmente le ossa degli animali terrestri, sì rare negli strati calcarei. Nelle colline di sabbia della pianura del Volga si trovano i legni petrificati nei quali si riconosce la tessitura organica del legno, e sovente presentano le tracce de' vermi indigeni del mare delle Indie e che attaccano i vascelli ed altri legni immersi nel mare. In queste deposizioni sabbionose e sovente fangose, si trovano i resti de' grandi animali delle Indie, quelle ossa di elefanti, rinoceronti, bufali mostruosi che ogni

giorno si scavano in gran numero:
In Siberia lo strato più moderno di fango sabbionoso serve di sepoltura a tali residui di animali forestieri, e le loro ossa sono più frequenti nei luoghi dove la gran catena che domina tutta la frontiera meridionale della Siberia, presenta qualche apertura considerabile. Queste grandi ossa, ora sparse, ora ammucchiate in ischeletri ed ecatombe, considerate nei loro siti naturali dimostrano la realità di una catastrofe accaduta; ed una infinità di tali ossa distese nei medesimi strati con piccole telline calcinate, ossa di pesci, glossopetre, ecc. dimostra che sono state trasportate da inondazioni. In altre parti del globo ancora s'incontrano simili montagne di alluvione o di trasporto, e non mancano nemmeno nella nostra Italia, dove (eccettuata la presenza delle sostanze metalliche) presentano i medesimi fenomeni che si osservano in quelle della Siberia. Parmi probabile che la loro origine si debba attribuire

a quell' epoca nella quale sono seguiti diversi cambiamenti nel livello del mare, come or ora si esporrà.

Trattando delle montagne non devo passare sotto silenzio l' ipotesi che sulla loro formazione è stata proposta dal celebre Pallas, il quale ha particolarmente trattato questo argomento, e che si riduce ai seguenti principj:

1.° Le alte catene granitose formavano delle isole alla superficie delle acque le quali non giungevano a ricoprirne le sommità. Il lettore si rammenterà ciò che si è detto alla pag. 181 della prima Parte, cioè che il signor Pallas inclinava a credere che il granito fosse una produzione del fuoco.

2.° La decomposizione del granito produsse le sabbie quarzose, spatose e micacee che unite in grés ed in ischisti formarono le catene antiche.

3.° Il mare dovè trasportare le materie leggiere, combustibili e ferruginose prodotte dalla dissoluzione degli animali e de' vegetali di cui è

popolato, e deponendole negli strati che si formarono sul granito, produsse gli ammassi di piriti dai quali si generarono i volcani che finalmente si accesero in diverse parti del globo.

4.° Questi antichi volcani le cui tracce sono state scancellate dal corso di secoli innumerabili, sconvolsero gli strati già consolidati dal tempo, e produssero le prime montagne della banda schistosa e quelle montagne calcarie che hanno una roccia solida e senza petrificazioni. Allora si formarono le caverne e le fenditure che posteriormente furono riempite da diverse materie anche metalliche. Queste operazioni de' volcani hanno continuato in diversi luoghi, specialmente nelle vicinanze e nel fondo del mare. La loro forza produce delle isole, e forse essa fu che sollevò quelle enormi Alpi calcaree dell'Europa, che una volta erano scogli di corallo e banchi di conchiglie.

5.° Le terre prodotte sopra le montagne sì dalla decomposizione del

granito e di altre pietre, come dalla distruzione delle piante e degli animali, ed i frammenti delle rocce trasportati dai torrenti accrescevano l'estensione della terra, allontanandone il mare, il quale sovente era ancora costretto a ritirarsi per qualche volcano che si accendeva. Questa diminuzione de' monti unita alla consumazione probabile delle acque non avrebbe bastato per mettere in secco gli strati marini delle nostre colline ora lontanissime dal mare.

6.° Mentre una grande estensione di paese alla base delle antiche catene era ben popolata di animali e coperta di selve, dovettero seguire nel globo molte convulsioni le quali con eruzioni gigantesche dal fondo del mare sollevarono e spinsero i flutti ad inondare con violenza una gran parte delle terre abitate ed anche le montagne più elevate. Nello stesso tempo si aprirono nell'interno del globo alcune immense caverne nelle quali si scaricarono in parte le

acque dell' Oceano. Il mare non ha coperto le più alte cime delle montagne. Una massa d'acqua necessaria a sorpassare tali altezze nella superficie del globo, non avrebbe uno spazio sufficiente nell'interno di questa sfera, benchè si voglia supporre piena di caverne.

7.° Finalmente Pallas dalle osservazioni di Jussieu sulle piante indiane che si trovano nelle ardesie d'Europa, ha concluso che l' inondazione la quale le trasportò, dovè venire dal sud o dall' Oceano delle Indie, ciò che è provato dai residui di animali terrestri che si trovano nelle terre artiche e che vivono solo tra i tropici. In tutto l'Arcipelago delle Indie, dall'Affrica sino al Giappone ed alle terre Australi, si trovano le vestigia di volcani, e quelli che ancora sussistono sono de' più grandi e furiosi dell' universo. La prima eruttazione di questi fuochi che sollevarono il fondo di un mare profondissimo, e fecero nascere le isole della Sonda,

le Molucche ed una parte delle Filippine e delle Terre Australi, dovette spingere una massa immensa d'acqua la quale, urtando contro la barriera che al nord le oppongono le catene unite dell'Asia e dell'Europa, e spinta dalle onde consecutive, dovè causare degli sconvolgimenti e delle enormi aperture nelle terre basse, e sormontando le parti meno elevate della catena, vi depose e seppellì senz'alcun ordine i frammenti d'alberi e di grandi animali inviluppati nella rovina.

Tali sono le idee che quell'illustre geologo ha avuto sull'origine delle montagne e sulle cause che hanno prodotto gli sconvolgimenti della superficie terrestre e sulle quali mi permetterò alcune riflessioni.

1.° La formazione dei grés e degli schisti si potrà ripetere, se si vuole, dalle sabbie risultanti dalla decomposizione de' graniti: parmi però più verisimile il pensare che dopo la cristallizzazione delle rocce primigenie, vi rimanessero molte sostanze non

unite nella cristallizzazione generale, e che altre molte ne risultassero dalla triturazione delle materie vicine alla superficie, le quali furono rigonfiate e rese porose dallo sviluppo dei gas. Queste, agitate dal moto del mare e dall' urto di altri corpi, si ruppero, si assottigliarono, si ridussero in sabbie e formarono di poi quelle rocce nelle quali, in vece della forza di cristallizzazione, predomina quella di aggregazione.

2.° Trattando de' volcani, si esporranno le ragioni a cui soggiace l'ipotesi che ripete le loro accensioni solo dalle piriti. Per ora mi limito ad osservare che molti volcani si sono formati in terreni granitosi: dunque le materie che gli hanno prodotti ed alimentati, erano poste o dentro il granito o sotto di esso.

3.° I volcani potranno far sorgere delle isole dal fondo del mare, le quali colle successive eruzioni acquisteranno una grande estensione; potranno ancora i volcani colle loro ripetute

eruttazioni formare altissime montagne, come probabilmente essi son quelli che han fabbricata una gran parte della Cordigliera delle Ande in America, giacchè in quella gran catena di montagne altissime vi sono più di cinquanta bocche ignivome: una forza però esplosiva la quale smuova e sollevi catene di montagne grandi come le nostre Alpi, è molto difficile a concepirsi, tanto più se si rifletta che non si è aperto uno sfogo, nè ha formato un cratere. Un corso di secoli, sia pur grande quanto si vuole, potrà distruggere le parti fragili del cratere e scancellarne l'imagine, potrà disperdere le scorie, le pomici e le materie incoerenti e terrose che saranno state rigettate dal volcano, ma non potrà fare scomparire le correnti di lave che formano sostanze pietrose più dure delle calcarie, e che resistono alla decomposizione più delle rocce granitose. Ignoro che vi sieno tali correnti di lave nelle Alpi propriamente dette,

se pure non fosse in qualche località presso le loro basi.

4.° Si vedrà di poi, 1.° che il soggiorno del mare sulla cima di altissime montagne non è stato passeggiero e di breve durata, ma lungo e permanente; 2.° che il suo ritiro è stato rapido, tumultuoso e violento; 3.° che se alcuni fenomeni geologici dimostrano che in qualche contrada si sono formati ammassi di materie trasportate da alluvioni, altri fenomeni fanno vedere che in altri luoghi i corpi organici de' quali si trovano le spoglie negli strati superficiali, hanno vegetato e vissuto nei luoghi medesimi, e le loro spoglie non sono state trasportate da lontano. La maniera di giacere di queste sostanze, il loro stato e la configurazione del suolo che le racchiude, ci debbono servire di guida nel giudizio da formarsi sulla loro origine. Quella spiegazione che può convenire ad un fenomeno, forse non si potrà applicare ad un altro il quale presenti

delle circostanze diverse, benchè in astratto ambedue appartengano alla medesima classe, e forse molti errori in geologia sono nati dal desiderio di voler generalizzare le dottrine.

5.° Siccome i residui de' corpi marini si trovano sino all' altezza di dodici in tredici mila piedi sopra il livello presente del mare; così questo debbe avere coperte almeno le cime granitose che non oltrepassavano quest' altezza. Non è però necessario che tutte restassero vestite delle sue deposizioni: era possibile il caso che queste o non avessero luogo in qualche sito o non si consolidassero o ne fossero trasportate quando il mare si ritirò con violenza da quei luoghi. Allorchè per altro si dice che il livello del mare è stato dodici in tredici mila piedi più elevato dell'attuale, non si debbe concepire una massa d' acqua che dalla profondità presente del mare s' innalzasse sino a quell' altezza sopra tutta la superficie del globo. In molti luoghi il fondo del

mare sarà stato molto più elevato, e si è abbassato per lo sprofondamento delle caverne; e credo molto probabile che il mare primigenio fosse diviso e separato in molti mari distinti e non comunicanti tra loro, i quali, sostenuti da catene di montagne, potevano avere livelli molto diversi, come si esporrà nel capitolo seguente.

CAPITOLO VII.

DE' CORPI ORGANICI FOSSILI.

Il fenomeno che ha dato principalmente origine alla geologia, che ha eccitata la curiosità dell' uomo ed ha richiamata la sua attenzione ad esaminare la struttura della terra che è pure la sua dimora, fu la quantità di corpi organici fossili sì terrestri come marini i quali si trovano in molte parti del globo, e nei suoi strati ora superficiali ed ora interni. Il celebre professore signor Blumenbach nella sua dotta opera *Specimen Archeologiæ telluris, terrarumque in primis Hannoveranarum*, ha ridotto questi fossili a quattro classi, secondo un metodo ch'egli chiama cronologico, cioè ne ha formato diverse classi, corrispondenti alle diverse rivoluzioni del globo sì generali come parziali, rivoluzioni che sembrano avere determinato lo stato attuale di conservazione

e di giacitura in cui si trovano (V. *Giornale delle Miniere*, n.° 91).

La prima classe comprende i fossili organici, i cui analoghi vivono o vegetano ancora al presente nei luoghi medesimi nei quali una volta una forza improvvisa ha privato di vita gli animali a cui appartenevano quelle spoglie. La perfetta conservazione delle loro più fragili parti vieta il sospettare che sieno state trasportate da un altro luogo per mezzo di violente inondazioni. Questi fossili appartengono ai tempi più vicini ai nostri.

La seconda classe abbraccia quei fossili i cui analoghi hanno sopravvissuto ad una grande catastrofe, ma che lungi dall'avere vissuto nei luoghi stessi dove si trovano al presente, vi debbono essere stati trasportati da inondazioni violente a guisa di cadaveri galleggianti in balía delle onde, ciò che lo dimostra il loro stato di mutilazione ed il disordine nella maniera di giacere. A questa classe appartengono, secondo Blumenbach,

quei prodigiosi ammassi di ossa che sono sulle coste della Dalmazia, nell' isola di Cerigo e nello stretto di Gibilterra; le quali, mutilate, rotte e fracassate, attestano la violenza dello sconvolgimento a cui sono state esposte. Ciò non ostante alcuni di questi frammenti sono abbastanza riconoscibili per essere sottoposti all' esame dell'osteologia comparata, e coll'ajuto di questa scienza si è riconosciuto che quei pezzi appartengono ad animali di cui sussistono le specie, ma in climi diversi, e che per conseguenza sono stati trasportati da una violenta inondazione che probabilmente fu l'irruzione del Mare Caspio nel Mar Nero e di questo nel Mediterraneo, fatto reso molto verisimile sì dalla geografia fisica e dai fenomeni geologici di quei mari e delle terre aggiacenti (*) come dalle

(*) La moltitudine di conchiglie sparse nella contrada del Jaik, del paese de' Calmucchi e del Volga, le quali sono le medesime che quelle che si trovano nel Mare Caspio, senza avere alcuna

antiche tradizioni di questo genere riferite da Diodoro Siculo, da Strabone e da Polibio. Nè forma una difficoltà contro questa opinione l'osservazione che tra quelle ossa fossili si sono trovati denti ed ossa di leoni, mentre sappiamo che vi erano dei leoni nella Frigia, nel Pelopponeso e sopra tutto nell'Etolia tra i fiumi Acheloo e Nesso. Questa seconda classe di fossili appartiene ad un'epoca più remota. Si debbe riflettere

somiglianza con quelle de' fiumi, l'indole del terreno il quale è da per tutto una sabbia legata col fango del mare, e la natura salina del suolo, dimostrano che questa estensione di paese è stata coperta dalle acque del Mare Caspio. Ammettendo l'ipotesi molto verisimile di Tournefort che le montagne del Bosforo tracio anticamente formassero una sola massa ed una diga la quale separava il Mare Nero dal Mediterraneo in modo che il primo, ingrossato da grandi fiumi come il Danubio, il Dniester, il Nieper, il Don ed il Kouban, formasse in mezzo alle terre un lago immenso, ma racchiuso e molto più elevato del Mediterraneo e dell'Oceano, e questa forte diga si è rotta per taluna di quelle combinazioni che sovente hanno luogo nel corso ordinario della natura o per l'azione d'un volcano, il Mar Nero si diffuse con impeto nel Mediterraneo.

però che se lo stato in cui sono queste ossa e la loro maniera di giacere rende verisimile l'idea che sieno state trasportate da lontano, questa opinione non può essere confermata dall' osservazione che al presente quelle specie organiche non esistono in quei luoghi, poichè è possibile il caso che vi abbiano esistito una volta e che di poi vi sieno state distrutte.

La terza classe comprende i fossili equivoci. Blumenbach ha dato questo nome a quei fossili, tra i quali ed i loro analoghi viventi vi sono sempre alcune differenze che non permettono di decidere se i fossili e gli esseri organizzati che assomigliano a loro, possano essere ricondotti ad una stessa specie più o meno degenerata, o se appartengano a specie diverse. Questa classe comprende, 1.° le spoglie di alcuni grandi quadrupedi di cui la terra nutrisce ancora gli analoghi, ma solo in climi diversi e nelle contrade più remote dal luogo dove giacciono; 2.° i pesci ed i testacei fossili che

si trovano negli strati calcarei, marnosi ed anche sabbionosi di tutta l'Europa. Un gran numero di questi fossili pare che abbiano i loro tipi nei mari delle Indie Orientali. Il loro stato di conservazione non permette il pensare ad una innondazione la quale gli abbia trasportati da regioni lontane.

La quarta classe comprende i fossili i quali non si possono riferire che all'epoca la più remota dell'esistenza del globo, a quell'epoca oscura nella quale il nostro pianeta debb'avere sofferto degli enormi sconvolgimenti che più volte ed in diverse parti hanno cambiata e rinnovata la di lui superficie. In questa classe si presentano molti fossili de'quali gli analoghi viventi non si trovano più, e sembrano aver appartenuto ad un'altra terra, e che siano stati confinati nel regno minerale da catastrofi diverse nell'epoca e nel loro genere. Blumenbach applica a queste quattro classi di fossili la divisione metodica

introdotta dagli storici nello studio dell' epoche più remote che distinguono in tempi storici, eroici e mitologici, e riduce la prima e seconda classe ai tempi storici, la terza ai tempi eroici e la quarta ai tempi oscuri o mitologici.

La classificazione di Blumenbach è certamente ingegnosa, ma siccome in essa conviene unire insieme nelle stesse classi, non solo generi, ma ordini e regni diversi di corpi organici; così preferisco di seguire la divisione comunemente adottata dai naturalisti. Prima però di entrare in questo dettaglio, sarà bene l' osservare che i corpi organici fossili si trovano nei seguenti stati:

1.° *Calcinati*, cioè divenuti friabili e leggieri. I corpi organici che sono stati racchiusi ed inviluppati nelle sabbie fine ed in terreni mobili, sovente si sono conservati nel loro stato naturale: hanno perduto solo una porzione della loro sostanza gelatinosa o colla animale, ciò che dà ad esse

un aspetto di calcinazione e le rende fragili. La loro conservazione talora è sì grande che vi si riconoscono non solo le parti più delicate, ma ben anche gli stessi colori.

2.° *Nello stato d' impressione*, la quale può essere o interna o esterna secondo che il corpo organico ha impressa la sua forma in una sostanza molle che l' ha conservata indurandosi. Se tale sostanza inviluppava il corpo organico, l' impressione rappresenterà le sue parti esterne; se poi penetrava nell' interno, avrà ricevuta l'impronta delle sue interne parti e ne presenterà la disposizione e figura. Nelle impressioni le parti organizzate sono distrutte, e vi rimane solo la loro stampa o interna o esterna, come si è detto.

3.° *Nello stato di petrificazione.* Questa è una operazione singolare della natura, di cui veggiamo i risultati, ma ignoriamo il processo ed il metodo. Una sostanza terrosa o metallica nello stato fluido investe un

corpo organico e lo penetra in tutte le sue parti: a misura che queste sono o decomposte o trasportate fuori dal loro sito, vengono rimpiazzate dalle particelle della sostanza terrosa o metallica la quale consolidandosi presenta le medesime forme che aveva il corpo organizzato. Questo fenomeno si osserva specialmente negli strati solidi delle montagne di seconda formazione, nella pietra calcaria compatta, nell' argilla schistosa, nello schisto marno-bituminoso, ne' grés, ecc. Fra i testacei realmente petrificati, è raro che la conchiglia siasi conservata: ciò per altro è seguito in alcuni marmi conchiliacei, come sarebbe in quello opalizzante di Carintia e del Tirolo.

4.° *Nello stato d' incrostazione*, quando il corpo organico ritiene la sua natura e tutte le sue parti, ma è vestito di una materia pietrosa la quale ne cuopre la superficie. Questa è un' operazione la quale conviene specialmente alle acque, le quali

depongono le materie che tengono disciolte sopra i corpi che incontrano.

5.° *Metallizzati.* Abbiamo detto poc' anzi che i corpi organici fossili sono penetrati talora da sostanze metalliche specialmente piriti di ferro, di rame e da miniera di ferro argilloso.

5.° *Bituminizzati*; come i legni bituminosi. Blumenbach riferisce a questa classe anche gl'insetti racchiusi nell' ambra. La Sicilia fornisce ai gabinetti di Storia naturale molti e bei saggi di questo genere. È d' uopo però l'essere guardinghi, poichè molte volte s' imitano questi fenomeni colla gomma coppale: il mezzo più facile per riconoscere l'impostura è di porre per pochi minuti il saggio nello spirito di vino, mentre se è gomma coppale, si veggono subito comparire alcune strisce nella superficie, formate dall' azione dello spirito che incomincia a sciogliere quella sostanza.

Elefanti. Noi conosciamo due specie viventi di elefanti, e sono l'asiatica e la libica o affricana. Le fettucce composte di lamine ossee rilevate che si veggono sopra le corone de' denti molari dell' elefante dell' Indie , formano alcune linee le quali serpeggiano con piccoli ondeggiamenti e sinuosità, e talora sono parallele. Queste linee al primo colpo d' occhio si distinguono dalle fettucce disposte in rombi, che si osservano sopra i denti molari dell'elefante affricano (V. *Blumenbach*). A questo carattere si debbe aggiungere l'altro che si desume dalla forma del cranio il quale nell' elefante d'Asia è più allungato ed ha la fronte concava. Alcuni scrittori fanno menzione di una specie elefantina nana , i cui individui non giungono a tre piedi d' altezza , ma tale notizia non sembra che sia ancora fondata sopra relazioni degne di fede.

Le ossa di elefanti fossili che si scavano in tutte le parti dell'Europa e specialmente in Siberia, dove i Russi fanno un commercio dell' avorio fossile, appartengono ad una specie di elefanti, la quale per la conformazione de' suoi denti si avvicina più all' asiatica che all'affricana. Essa è quella che è stata indicata da Blumenbach col nome di *elefante primigenio*, e si crede essere quella a cui i Russi hanno dato il nome di *Mammut*. Questa specie la quale si conosce solo per le ossa fossili dei suoi individui, che dai nostri buoni antenati si chiamavano ossa di giganti, aveva, come ho detto, della somiglianza colla specie asiatica, dalla quale però sembra diversa per molti caratteri determinati dal signor Cuvier, e specialmente per l' enorme grandezza de' suoi individui, come si rileva dalle dimensioni delle ossa e delle *difese* o sia zanne. La difesa fossile di elefante trovata in Roma tra i tufi di Monte Verde, e di cui solo

quattro pezzi ne furono mandati a Parigi, essendosene rotto e disperso il quinto, fu valutata da Buffon lunga dieci piedi: in un' altra collina contigua a Roma, pochi anni fa, si sono trovate le ossa di un altro grande quadrupede della stessa specie e non minore di mole (V. *Giornale di Fisica*, pratile anno X): altre simili difese si sono trovate nella Toscana, nelle vicinanze di Todi ed in altri luoghi degli Apennini d'Italia. La zanna rinvenuta presso Verona e della quale il dotto signor Gazola possiede una gran parte nella sua ricca collezione di Storia Naturale, ha trenta pollici di perimetro alla base, benchè vi manchino circa due piedi di lunghezza, ed il pezzo maggiore di quella difesa, trovata dal signor consigliere Cortesi nei colli piacentini, e che ora si conserva presso questo Consiglio delle Miniere, ha nella sezione più grande ventotto pollici di perimetro. Insieme a questa porzione di zanna vi sono ancora molte ossa, due denti

molari attaccati a grossi frammenti di mandibole ed una intera tibia con tutte le ossa delle falangi di un dito; la struttura di questi denti dimostra che l'individuo a cui appartenevano, si avvicinava alla specie asiatica, come si osserva generalmente negli elefanti fossili. Il dotto professore signor Nesti avendo fatto molte osservazioni anatomiche sopra alcune mascelle fossili trovate in Valdarno, crede che, oltre la specie fossile dell' elefante primitivo, ve ne sieno due altre parimente fossili (V. la sua *Memoria sopra alcune ossa fossili di mammiferi che s'incontrano nel Valdarno*, inserita nel I tomo degli Annali del Museo Imperiale di Firenze).

Vi è luogo al sospetto che la specie elefantina del Mammut siberiano ancora sussista, tanto più che il foltissimo pelo di cui quest' animale è fornito, pare che lo indichi destinato dalla natura pel clima boreale, dove probabilmente altri giganteschi animali vivono tranquillamente in regioni

inaccessibili all' uomo. Pallas narra che in alcuni luoghi della Siberia si sono trovate delle ossa di elefanti che conservavano ancora alcuni pezzi di carne e molte parti molli. Sappiamo ancora che Schoumachoff capo dei Tungoos scoprì nel 1799 un mammut intero in mezzo ad un grande scoglio di ghiaccio, ma non potè avvicinarsi ad esso se non che cinque anni dopo, quando il ghiaccio fu bastantemente fuso per disimpegnare il mammut, ed allora l'animale cadde sopra un banco di sabbia. Adams di Pietroburgo informato del fatto si recò sul luogo nel 1806, e fece trasportare a Pietroburgo lo scheletro colla pelle, con una parte dei peli e con tutto quello che vi era restato non divorato dagli orsi e dai lupi: ciascuna delle difese era lunga 9 piedi e mezzo, ed erano ricurve in una direzione contraria a quella dell'elefante, che sono dirette verso il corpo dell' animale (V. *Giornale di Brugnatelli*, 6.° bimestre, 1810). Questa

configurazione delle zanne e l'opinione del signor Peale il quale, dietro molte osservazioni fatte sopra i denti degli erbivori e carnivori, crede che il mammut sia carnivoro, possono far pensare che questo animale sia di una specie diversa dall'elefantina.

L'opinione la quale attribuisce queste ossa agli elefanti o di Annibale o di Pirro o a quelli che i Romani nutrivano per uso degli spettacoli, non è conciliabile nè colla testimonianza degli autori, nè colla quantità di tali ossa, nè colla diversità e moltiplicità de' luoghi nei quali si trovano. Secondo Polibio, Eutropio ed Appiano, Annibale discese in Italia con trentasette in quaranta elefanti, de' quali, dopo la battaglia della Trebbia, gliene rimase soltanto uno; e Plutarco racconta che Pirro imbarcò venti elefanti, ma che approdò in Italia solo con due avendo perduto gli altri nel naufragio di alcune sue navi. Egli è vero che nell'anno 502 della fondazione di Roma, Metello

ne fece condurre in Roma cento quarantadue presi ai Cartaginesi in Sicilia, i quali si fecero combattere e morire nel Circo per risparmiare la spesa del loro nutrimento; come è vero ancora che i Romani, divenuti di poi più generosi e più ricchi, ne mantenevano le razze, come ci attesta Eliano e Columella (*); ma per quanto si voglia esagerare questo numero di elefanti, non si potrà giammai

(*) Sono molto speciose le notizie che Plinio ci ha trasmesso sopra gli elefanti nei primi capitoli del l. 8.°, di alcuna delle quali non pare che si possa dubitare, trattandosi di fatti del suo tempo e conosciuti da tutt' i Romani. Si rileva da esse che quei Romani i quali da principio nelle guerre furono tanto spaventati dall'aspetto e dal furore di questi animali giganteschi, per un tratto di savia politica finirono col divertirsene come noi facciamo coi cani o coi cavalli. Il vedere gli elefanti ballare grossolanamente la danza pirrica, camminare sopra le funi o giacere a guisa di puerpere mollemente sdrajati entro lettighe tirate da altri elefanti, dovevano essere oggetti molto ridicoli; e mentre il Romano si famigliarizzava con quegli animali, si avvezzava ancora a disprezzarne la forza e la collera, vedendone molti combattere e rimanere uccisi nell' arena.

spiegare con tale ipotesi la quantità immensa di ossa di questi animali che si trovano in tutte le parti dell'Europa, le quali pare che una volta ne fossero popolate, mentre nella sola Germania sino ad ora se ne sono scavati più di duecento scheletri: nè sarei lontano dal credere che se ora gli elefanti non esistono più tra noi, il solo motivo è perchè gli abbiamo distrutti. Gli antichi in oltre conoscevano molto bene l'uso ed il pregio dell'avorio: i principi più religiosi ne abbellivano le statue dei loro Dei, ed i meno devoti i letti delle loro amiche (V. *Flavio Vopisco*). La sepoltura pertanto degli elefanti de' quali noi troviamo le difese, debbe risalire ai tempi anteriori a quelli di Annibale, di Pirro, de' Romani; ed è un fenomeno il quale appartiene all'epoche anteriori alla storia. Meritano d'esser lette le belle *Memorie* del signor Cuvier sopra gli elefanti vivi e fossili, inserite negli Annali del Museo, e l'erudita *Dissertazione*

del signor Fortis sulle ossa fossili del Veronese.

Rinoceronti. Egualmente comuni sono le ossa de' rinoceronti fossili. Nella collezione poc' anzi citata di questo Consiglio delle Miniere evvi un' intera perfettissima testa di rinoceronte, fornita di ambedue le mandibole, le quali sono corredate di denti mascellari, ma senza incisivi che vi mancano naturalmente, rinvenuta nella stessa montagna in cui erano le ossa, le difese ed i denti di elefanti; e se nella Germania si contano più di duecento elefanti fossili, si enumerano ancora più di trenta scheletri di rinoceronti. Però un fatto molto singolare è che nell' Annoverese si sono trovati non solo molti cadaveri di elefanti e rinoceronti uniti in una stessa caverna, ma in qualche modo delle famiglie intere di questi grandi quadrupedi uniti in una stessa tomba. Vicino alla caverna di Scharzfeld al piede delle montagne del Hartz si sono rinvenuti i residui di cinque

rinoceronti fossili; e siccome le ossa di elefanti e rinoceronti sono presso quelle stesse caverne nelle quali si rinvengono le ossa degli orsi e delle tigri; così sembra probabile che questi animali vivessero simultaneamente nel cuore della Germania. In tutte le opere geologiche si fa menzione di quel rinoceronte, descritto da Pallas, che fu trovato sulle sponde del Mare Glaciale a trenta piedi di profondità, dove il mare è sempre agghiacciato. Quel cadavere era perfettamente intatto ed erasi conservato nella carne e nelle ossa con i suoi muscoli, colla pelle e parte de' peli.

Il rinoceronte fossile, detto da Blumenbach *Rhinoceros antiquitatis*, differisce alquanto dalle tre specie ora conosciute di rinoceronti, cioè: 1.° asiatici, che sogliono avere un corno attaccato alla pelle sopra il naso, e sono forniti di denti incisivi; 2.° affricani, che sono muniti di un doppio corno posto l'uno dietro l'altro ed ai quali mancano i denti incisivi;

3.° di Surinam, i quali hanno due corna come gli affricani, ed i denti incisivi come gli asiatici.

Mastodonte, Mammifero di Simorre, Incognito dell'Ohio dell'America settentrionale. Queste tre denominazioni si riferiscono ad un solo genere di grande quadrupede, la cui passata esistenza si conosce solo dalle ossa che se ne trovano quasi in tutte le parti conosciute del globo, incominciando dalla Siberia sino ai paesi equatoriali, e dal cinquantesimo grado di latitudine boreale sino al trentacinquesimo di latitudine australe. Il nome di mastodonte datogli da Cuvier è derivato dalla forma mamellonata, nella quale è configurata la parte superiore de' suoi denti molari che terminano in capezzoli quando non sono logorati da una lunga triturazione, come accade negl' individui morti in una età molto avanzata (V. le due *Memorie* di Cuvier su questo argomento nel tomo VIII degli Annali del Museo, e la *Memoria* del

signor Amoretti sul dente di mastodonte, inserita nella parte V della *Nuova scelta di Opuscoli*). Da alcuni naturalisti è stato attribuito impropriamente il nome di mammut a questo quadrupede, mentre il vero mammut dei Russi, come abbiamo detto, pare che sia l' elefante primigenio. È notabile l' osservazione fatta dal signor Humboldt che le ossa fossili de' mastodonti nelle valli del Messico e del Perù si trovino da 2300 sino a 2900 metri di altezza sopra il livello del mare, e non giammai in situazioni più basse.

Alle ricerche dell' indefesso signor Cuvier siamo debitori delle cognizioni precise che abbiamo sopra questo animale che era fornito ancor esso di zanne d' avorio come l' elefante. Prima di Cuvier si era osservata la differenza tra la struttura de' denti dell'elefante sì affricano come asiatico, e quella del mastodonte, ma erano molto vaghe ed incerte le idee de' naturalisti sopra l'animale a cui potevano

appartenere. Quell' illustre geologo ha moltiplicato talmente le sue osservazioni su tale argomento che ha stabilito un genere dei mastodonti e lo ha diviso in cinque specie, delle quali la specie grande è quella del *mastodonte dell' Ohio* dell' America settentrionale; la seconda di Simorre e di altri luoghi è indicata colla denominazione di *mastodonte a denti stretti*; 3.° *piccolo mastodonte*, specie simile a quella di Simorre, ma di un terzo più piccola; 4.° *mastodonte delle Cordigliere:* il carattere di questa specie è di avere i denti intermedj quadrati: i suoi individui erano di una grandezza eguale a quella de' mastodonti dell'Ohio; 5.° *mastodonte humboldiano*: questa specie così denominata in onore del celebre geologo che ne portò le ossa in Europa, è simile alla precedente per la struttura de' denti, ma è di un terzo più piccola.

Cavallo. Le ossa fossili di questo animale si riferiscono ad una specie

analoga a quella che ora esiste. Le medesime sogliono trovarsi unite alle ossa di elefanti. Si potrebbe credere che l'uomo, a misura che si è propagato e moltiplicato, abbia distrutto le specie de' mastodonti, de' rinoceronti e degli elefanti come animali troppo consumatori, e che difficilmente poteva soggiogare e rendere utili ai suoi bisogni, e che abbia conservato il cavallo perchè meno consumatore, più facile a sottoporsi al comando e a divenire utile agli usi civili. Forse lo stesso destino sarebbe toccato alla specie elefantina, se lo avessero permesso i bisogni dell' esistenza della specie umana e la ristrettezza del suolo in alcune contrade in proporzione della di lei moltiplicazione.

Ippopotamo. Le ossa fossili dell'ippopotamo trovate in alcuni luoghi della Francia e dell'Italia, dimostrano una specie simile alla sola che si conosce vivente presso i fiumi dell'interno dell'Affrica e vicino alle sponde del Nilo. Quest' animale è molto

informe: la sua grandezza somiglia alquanto quella del bue, ed il corpo grosso e massiccio è sostenuto da gambe corte: nuota e cammina sotto acqua: allorchè è giunto alla sua totale crescenza pesa almeno tremila cinquecento libbre di sedici once. Cuvier però ha trovato un' altra specie d' ippopotamo fossile del tutto simile a questa, ma diversa solo nella grandezza. Si direbbe essere una copia in miniatura della sola specie conosciuta. Il signor Faujas pensa che tra le ossa fossili de' quadrupedi non siansi giammai trovate quelle dell' ippopotamo: pare che siasi ingannato.

Megaterio e Megalonice. In tre diverse parti dell'America meridionale, cioè a Lima, nel Paraguai e presso Buenos-Ayres si sono trovate le ossa del megaterio. Nel Museo reale di Madrid ve n'è uno scheletro quasi intero scavato presso il fiume della Plata alla profondità di cento piedi sotto la superficie dalla terra. L'individuo a cui apparteneva questo

scheletro, era uno smisurato quadrupede la cui ossatura era più forte di quella del rinoceronte e dell'elefante, ed aveva dodici piedi di lunghezza sopra sei d'altezza. Questo animale straordinario differisce da tutti gli altri conosciuti; e considerando la grossezza delle sue ossa, la sua statura gigantesca e la sua forte membratura, si potrebbe risguardare, secondo l'espressione di Faujas, come l'Ercole de' quadrupedi. Nell'America settentrionale si sono trovati i residui fossili di animali di questo stesso genere, ma d'una minore grossezza. Il signor Jefferson ne ha data la descrizione, chiamando *megàlonice* l'animale sconosciuto a cui appartenevano.

Cuvier avendo osservato che era munito di grossi artigli e di soli denti molari, lo ha collocato nella famiglia degli unguicolati privi di denti incisivi: per conseguenza sarebbe unito coi formichieri, coi bradipi, armadilli, pangolini, colle manidi, ecc. Faujas però non crede che tale posto

convenga al megaterio e megalonice, e che un quadrupede grande almeno come un elefante, di un'ossatura molto più forte, che non ha potuto esistere se non che distruggendo molto, che ha dovuto avere necessariamente grandi mezzi di attacco e di difesa contro gli altri animali, come rinoceronti, elefanti, leoni, non debba essere unito ad animali deboli, indolenti nei quali la difficoltà e lentezza dei moti è tale che perdono un tempo infinito per giungere ad un albero di cui debbono rodere la scorza e mangiare le foglie: quindi egli è di parere che convenga piuttosto il tenerlo come in riserva sino a che nuove scoperte o altre circostanze favorevoli ci mettano a portata di avere delle idee più giuste sopra questo animale singolare (V. *Faujas Saggi di Geologia*, tomo I, capitolo X, nel quale evvi ancora una descrizione dello scheletro osseo di questo animale accompagnato dalla figura). Sono giuste le osservazioni di Faujas, ma si deve riflettere che

in tutte le classificazioni sistematiche le quali altro non sono che metodi artificiali necessarj per la nostra memoria, e per potersi riconoscere nel numero immenso d' oggetti che compongono la natura, vi è l' inconveniente di dover unire insieme alcuni esseri molto diversi, perchè partecipano a quei caratteri che si sono stabiliti per base della classificazione.

Paleoterio (bestia antica), quadrupede sconosciuto le cui ossa fossili si sono trovate la prima volta negli strati più profondi di gesso di Montmartre presso Parigi, indi si sono rinvenute nelle vicinanze di Orleans nella montagna di s. Sebastiano in Alsazia, dove sono unite con alcune conchiglie d'acqua dolce, e nell'Italia in Valdarno (V. la *Memoria* sopraccitata del professore Nesti). Il signor Cuvier ha distinto tre specie del genere paleoterio, cioè la specie grande, la mezzana e la piccola.

Anaploterio (bestia senza difesa): quadrupede sconosciuto a cui mancano

i denti canini e le cui ossa si sono trovate a Montmartre negli strati di gesso superiori a quelli che racchiudono le ossa del paleoterio. È da notarsi che nelle cave di gesso de' contorni di Parigi si sono rinvenute le ossa di dodici in quindici quadrupedi i quali non si somigliano ad alcuno di quelli che si veggono in Francia ed in altre contrade conosciute.

Alce, *Élan* de' Francesi: specie del genere de' cervi. Quest'animale che si dimestica, abita in tutti i climi settentrionali sì dell'Europa come dell'Asia e dell'America: giunge alla grandezza di un cavallo ed è fornito di corna piatte, palmate e senza fusto. In Irlanda però si sono trovati frequentemente i resti d'una specie particolare ora sconosciuta di alce, che si distingue per la sua enorme grandezza. Ve ne sono di quelli il cui cranio ha quasi ventidue pollici di lunghezza, e l'estremità delle corna che pesano talora alcuni quintali, sono distanti l'una dall'altra quattordici piedi. Cuvier ha

rinvenuto in altre parti dell'Europa alcuni residui analoghi alla specie ora perduta dell'alce irlandese (V. la di lui *Memoria sopra le ossa fossili dei ruminanti* negli *Annali del Museo*, anno 6.°).

Orsi, *Tigri*, *Jene*. In Germania vi sono più di dodici caverne che contengono le ossa di questi animali, l'unione de'quali è un problema molto singolare. Pare che si fossero accordati d'andare a morire in quei luoghi. Blumenbach, avendo osservato alcune di queste caverne e la situazione delle ossa che vi si trovano, si è convinto che non vi sono state trasportate nè da uomini nè da innondazioni, e si uniformò al parere di De-Luc, che tali caverne siano state altre volte l' abitazione e la tomba di questi quadrupedi. Il celebre anatomico inglese Hunter, avendo ricevuto alcune di queste ossa fossili trovate nelle caverne di Bayreut, osservò che il loro tessuto non era punto petrificato, ma veramente osseo e solo

incrostato di una sostanza terrosa e soprattutto calcarea. Lo stesso si debbe dire ancora delle ossa fossili di Cerigo, di Gibilterra e della Dalmazia di cui ora si parlerà e che abbiamo accennato alla pag. 102, P. II.

Cervi e Leoni. Le ossa di questi animali sono frequenti in quegli ammassi che si trovano in Dalmazia, in Gibilterra ed in Cerigo: erano state risguardate per ossa umane ed in questo errore cadde ancora Spallanzani per quelle di Cerigo e Fortis per quelle della Dalmazia. Le ossa umane non si sono giammai rinvenute fossili negli strati terrestri anche superficiali, mentre non si debbono risguardare come fossili le ossa dei cadaveri trovati in antichi cimiteri o in qualche miniera abbandonata. Ho esaminato il cadavere che dicesi petrificato e che si conserva in Roma nella villa Ludovisi, mandato in regalo da un re di Portogallo ad un papa di quella famiglia, ed ho osservato non essere altro che un gruppo di

ossa umane incrostate da una stalattite calcaria fibrosa. Lo stesso si debbe dire della famosa testa umana petrificata che si mostra nel Museo di Londra e che da Blumenbach è stata riconosciuta per una incrostazione.

Buoi. Nelle *torbiere* di Francia e d'Irlanda si trovano delle grandi corna col cranio che somigliano a quelle del bue, ma ne differiscono nella grandezza la quale è molto maggiore. Le *torbiere* d' America contengono ancora tali residui, benchè prima dell'arrivo degli Europei non vi fossero buoi comuni simili ai nostri. Nella pianura della Lombardia, che racchiude molti strati di torbe, sono ancora frequenti queste ossa e corna fossili, ed un bell' esemplare se ne conserva in Milano nella scelta collezione del mio rispettabile amico il signor barone Isimbardi. Siccome questo saggio è molto pregevole per la sua bellezza e conservazione, benchè non si conoscano le circostanze

del luogo in cui fu rinvenuto, così credo conveniente il riportare le dimensioni delle parti principali:

Distanza tra le due estremità delle corna le di cui ossa sono intere, pollici quarantatrè, linee tre.

Circonferenza alla base dell'osso del corno, pollici quattordici.

Larghezza dell'osso frontale, presa tra le basi delle due corna, pollici quattordici, linee sei.

Distanza da un' orbita all' altra, pollici quattordici, linee tre.

Lunghezza delle ossa delle corna, presa secondo la curvatura, pollici diciannove, linee sei. La direzione delle corna si avvicina molto all'orizzontale, formando una leggiera curva colle punte rivolte in su. Questo saggio è simile a quello ch' esiste nel Museo di Parigi, di cui Faujas ha data la descrizione alla pag. 343 del *Saggio di Geologia:* le dimensioni però sono più grandi.

Leggendo ciò che è stato scritto sopra le diverse specie di buoi

viventi e fossili da Blumenbach, da Pallas, da Faujas nel I tomo della sua *Geologia*, e da Cuvier nella *Memoria sopra le ossa fossili de' ruminanti*, inserita nel volume XI degli *Annali del Museo*, si vede quale incertezza regni ancora tra gli zoologi nel determinare le specie del bue, e quanto le scienze siano sovente imbarazzate per motivo della nomenclatura. Gli antichi han dato diversi nomi al genere de' buoi, cioè *Bubalus, Bison, Urus* e *Bonasus*. Il *Bubalus* pare che sia il nostro bufalo, di cui Cuvier distingue due specie, cioè la fossile che sinora si è trovata solo in Siberia, e che probabilmente è stata contemporanea agli elefanti, rinoceronti, mastodonti, ecc. ecc., ed il bufalo comune di cui una varietà è il bufalo a grandi corna detto *Arnis*. Plinio distingue il Bisante, l' Uro ed il Bonaso. Nel libro VIII, capitolo XV, dice che la Germania produceva *insignia boum ferorum genera: jubatos bisontes, excellentique et vi et velocitate*

uros; e poco dopo parlando del bonaso lo descrive *equina juba, cætera tauro similem.* Il bonaso però, secondo Pallas, è lo stesso che l' uro, e molti naturalisti sono di parere che bonaso, bisonte ed uro siano tre sinonimi o tre diverse denominazioni le quali si riferiscano a quella sola specie indicata col nome di uro che ancora esiste nelle selve della Lituania ed in alcune parti dei monti Carpazj, e che da questa specie sia derivata quella de' nostri buoi modificata dallo stato di domesticità. Nell' America settentrionale vi è una specie di grande bue selvaggio coperto sopra il collo ed il petto da una folta criniera, e che è stato chiamato bisonte americano, ed un' altra diversa specie nel Canadà, detta *Bos moschatus.* Per quello poi che risguarda le ossa fossili de' buoi, secondo Cuvier, alcune si riferiscono alla specie perduta del bufalo siberico, altre all' uro, altre ad una specie di bufalo a corna ravvicinate, analogo al bue muschiato del Canadà.

Molte altre specie di quadrupedi fossili, come castori, daini, conigli, ecc. ecc., sono state determinate dall'indefesso signor Cuvier il quale si può considerare come il fondatore di questo ramo così importante di geologia, e le cui belle osservazioni si possono leggere in diverse memorie inserite negli *Annali del Museo di Parigi*.

Da ciò che abbiamo detto, risulta che alcune specie di quadrupedi non esistono più nei climi dove si trovano le loro ossa fossili, e che alcune altre specie non si trovano viventi in alcuna parte conosciuta ne' nostri continenti. Ciò fa nascere il sospetto che vi siano delle specie distrutte e perdute: nè questo sarebbe un fenomeno impossibile. Blumenbach ci assicura che soli due secoli fa esisteva una specie di animale la quale ora non si conosce più tra le specie viventi. Era questo un uccello del genere degli struzzi, detto *Cygnus cucullatus*, ed il più sovente *Dydus ineptus*. Questo

uccello della grandezza di un'oca verso il fine del secolo XVI viveva nelle isole di Borbone e di Francia: di poi si è veduto impagliato in molte collezioni di Europa: presentemente ve n'è una zampa nel Museo britannico di Londra, ed il Gabinetto d'Oxford, nominato *Musæum Ashmaleanum*, possiede una testa del *dydus ineptus* che non somiglia a quella di alcun altro uccello. Molti hanno negata l'esistenza di questo animale, ma Blumenbach ne ha raccolto lè prove e pensa che si può spiegare la distruzione della sua specie per mezzo della facilità colla quale si possono prendere questi uccelli pesanti, e per la negligenza che si è avuta di conservarli, atteso il poco vantaggio che recavano all'uomo. Benchè però non sia impossibile che alcune specie di animali siansi distrutte, ciò non ostante si deve riflettere che è sconosciuto ancora l'interno dell'Affrica, come sconosciute sono molte immense selve dell'America e sconosciuto è quasi

tutto il gran continente della Nuova Olanda, la cui superficie si calcola cento mila leghe quadrate di estensione. Le poche parti che sinora si sono visitate di quel vasto paese, han presentato delle figure di animali del tutto diverse dalle conosciute, e tali che, al dire di alcuni naturalisti, appena le avrebbe potute imaginare una fantasia sregolata.

UCCELLI.

Si è lungamente dubitato dell' esistenza degli ornitoliti, ed il dotto naturalista Fortis si era pronunziato contro questa opinione. Molti saggi però non equivoci rinvenuti negli strati gessosi di Montmartre, e le accurate osservazioni fatte su di essi da Cuvier, non permettono il dubitarne, benchè non se ne possano determinare le specie con quella esattezza che sarebbe necessaria per paragonarle alle conosciute. Nello schisto calcario di Pappenheim ancora si

sono trovate delle ossa di uccelli notatoj, per esempio, di anitre, e nello schisto puzzolento di Oeningen, ossa di uccelli che frequentano le spiagge.

CETACEI.

In diverse parti della Francia, dell'Inghilterra e della Germania si sono trovate ossa di balene e di altri cetacei: l'Italia ancora ne abbonda, e mercè la munificenza dell'ottimo nostro Vicerè il Principe EUGENIO, la città di Milano ora possiede alcuni saggi preziosi in questo genere. Essi sono, 1.° un intero cetaceo della lunghezza di ventidue piedi appartenente al genere *balena*, a cui mancano solo le ossa della natatoja sinistra; 2.° un altro cetaceo più grande, mutilato però e mancante di testa e di molte vertebre; 3.° un delfino intero con testa e denti, del quale non manca che la metà della mandibola destra inferiore; 4.° ossami di altro delfino.

Tali scheletri si sono trovati nella stessa montagna in cui si scavarono le ossa di elefanti di cui si è parlato alla pag. 112, P. II, ed insieme a molte conchiglie alcune forestiere, altre indigene dell'Adriatico e del Mediterraneo. I naturalisti aspettano con ansietà la descrizione di questi oggetti così interessanti la storia fisica della nostra Italia, ed il dotto signor Brocchi il quale da lungo tempo lavora su questo argomento, è certo in istato di corrispondere al loro desiderio. Riflettendo alla quantità di ossa di cetacei che si trovano nell' Italia, vi è luogo a credere che il mare il quale una volta ne copriva il suolo, fosse popolato di tali animali, e che stabilito l' ordine presente di cose, accresciuta la popolazione e promossa la navigazione, i medesimi siensi ritirati nei mari meno frequentati e che presentano a loro un soggiorno più tranquillo: nè parmi che altra cagione si possa assegnare della loro mancanza nei nostri mari, poichè le

balene abitano egualmente nei mari gelati del nord ed in quelli de' climi caldi. Mentre i popoli boreali ne vanno in traccia nei ghiacci del Groenland, i Portoghesi ne fanno la pesca intorno all'isola della Trinità, posta a 20° 31' di latitudine sud. La-Peyrouse ancora racconta che nella baja di Monterey, appartenente agli Spagnuoli, a 36° 51' di latitudine nord, le sue fregate furono circondate da molte balene, e sappiamo che alcuni abitanti dell'isola di Madagascar la quale si estende da 12 a 24 gradi di latitudine sud, si occupano nella pesca delle balene.

RETTILI.

Tartarughe. Nella bell'opera sulla montagna di s. Pietro di Maestricht del signor Faujas vi sono le descrizioni e le figure di alcune testuggini fossili rinvenute nella pietra sabbioso-calcaria di quella montagna così interessante per la quantità e varietà de' fossili. Altre testuggini fossili si

sono trovate nelle vicinanze di Brusselles, di Parigi, di Glarus nella Svizzera e d'Aix. Questi individui sogliono appartenere al genere delle tartarughe marine, ma di specie diverse dalle conosciute: pochi si riferiscono a quelle di terra (V. *Annali del Museo*, anno VII).

Coccodrilli. Fortis nella *Geologia del Vicentino* enumera tutti i coccodrilli fossili che si conoscevano dai naturalisti. Si debbe osservare però, 1.° che i coccodrilli fossili non appartengono ad alcuna delle specie conosciute; 2.° che si avvicinano più al gaviale o coccodrillo del Gange che a quello del Nilo. La testa del grande animale fossile delle cave di Maestricht, il quale era stato considerato per un coccodrillo, appartiene ad un rettile mostruoso di un genere particolare (V. *Annali del Museo*, tomo XII).

Rettile volante sconosciuto. Si è trovato fossile nella suddetta montagna di s. Pietro. Doveva volare alla

maniera delle nottole per mezzo dell'espansione membranosa delle estremità pettorali.

Serpenti. Da alcuni antichi naturalisti si è parlato di serpenti fossili, errore nel quale sono caduti prendendo per serpi petrificate alcuni grossi ammoniti. Però il signor Stifft, segretario delle miniere di Dillenborgo presso Francfort, ha osservato nel grovacco di quella contrada una specie di fossili ch'egli risguarda come serpenti petrificati (V. *Giornale delle Miniere*, n.° 135). Dalle figure pubblicate dal dotto autore si rileva che quelle petrificazioni appartengono ad un animale che aveva della somiglianza al serpente ed aveva la lunghezza di sedici in diciassette pollici sopra un diametro di sette in otto linee. È difficile però il determinarne le specie, non essendo possibile l'avere de' saggi interi attesa la moltiplicità delle fenditure della pietra.

Nel primo volume di geologia del signor Faujas si può vedere un lungo catalogo di que' luoghi nei quali si ripete il fenomeno interessante dei pesci fossili. Gli strati schistosi calcarei o marnosi, le ardesie e le argille bituminose sogliono essere le tombe de' pesci fossili: talvolta però se ne rinvengono ancora nella grossezza de' banchi della pietra calcaria. Il più sovente si veggono solo le impressioni; ma qualche volta si sono conservate ancora le parti ossee o cartilaginose. È da notarsi che in alcuni pesci fossili le squamme e le spine sono petrificate e talora divenute silicee, dando scintille ai colpi dell'acciarino. Le sostanze metalliche come rame, piriti ed anche il mercurio solforato accompagnano qualche volta gl' ittoliti. Il più celebre deposito di pesci fossili che si conosca è quello del Monte Bolco presso Verona. Il nome del signor Gazzola sarà

sempre caro ai naturalisti per la celebrità ch'egli ha dato a questo luogo, facendone conoscere i prodotti, moltiplicandone la diffusione degli esemplari, ed illustrandoli colla pubblicazione dell'opera del signor canonico Volta, la quale ha molto contribuito ai progressi di questo ramo di scienze naturali. Sembra dimostrato che molte specie di quei pesci non abbiano i loro analoghi viventi nei nostri mari, ma che convenga cercarli nei caldi climi della zona torrida.

Negli strati terrestri o compatti o terrosi trovansi ancora sovente alcuni residui di pesci, cioè vertebre, spine e denti. Tra gli ultimi sono molto comuni le glossopetre o sia denti degli squali ed i buffoniti che somigliano ai denti del lupo marino. La pietra detta *turchina orientale*, la quale è di sommo pregio e si trova particolarmente in Persia, pare che appartenesse a denti di pesci petrificati.

Sino dai tempi di Erodoto, padre della storia, si è osservata la quantità di conchiglie sparse in alcune parti del globo, e quanto più si sono moltiplicate le osservazioni e si sono estesi i viaggi, è cresciuto sempre più il numero de' luoghi dove esistono queste reliquie dell'antico soggiorno del mare; nè si potrebbe decidere dove la moltitudine di questi esseri organici sia maggiore, se nel mare o nell'interno delle terre. Alcune parti dell'Italia ne sono abbondantissime, come gli Apennini del Reggiano e del Piacentino, e nella Francia sono rinomati gli ammassi di conchiglie della Turena e di Grignon. Il primo detto *falun* si estende sopra una superficie di nove leghe quadrate e sino ad una profondità media di diciotto piedi, in guisa che dando alla lega 2283 tese, si avrà un solido di 1,266,537,627 tese cubiche, formato interamente di conchiglie fossili,

La quantità poi di queste conchiglie a Grignon è così grande che sino ad ora se ne sono annoverate secento specie distinte. Molte delle conchiglie fossili non hanno i loro tipi viventi nei mari che bagnano le contrade dove si trovano, e molte appartengono a specie ancora sconosciute. Siccome però le ricerche di questa natura sono molto difficili, ed è quasi impossibile il conoscere tutti gli esseri viventi che popolano l' immensa vastità de' mari ed il loro fondo; così bisogna essere molto riservati su tale argomento. Nel solo Adriatico quante nuove conchiglie si sono trovate dopo le ricerche di Olivi e più ancora di Ranier? Sappiamo che questo dotto professore dell' Università di Padova ha accresciuto il catalogo delle conchiglie di alcuni nuovi generi e di circa cento specie, o del tutto nuove o non descritte dai naturalisti.

Tra le conchiglie fossili meritano una particolare menzione gli ammoniti, gli ortoceratiti, i belenniti ed

i discoliti di Fortis o camerine di Bruguièr, dette ancora numismali e lenticolari. Gli ammoniti sono frequentissimi, e se ne trovano a migliaja in molte parti del globo. I microscopici formano la parte maggiore di alcune sabbie o pietre calcaree grossolane. Soldani da una sola mezz' oncia, cioè da 288 grani di una pietra che si trova in Toscana nelle colline di Casciana e di Perlascio, ricavò 10224 nautili e 230 ammoniti che formavano in tutto il peso di grani 181, essendo il restante peso di 107 grani composto di frammenti di conchiglie, spine di echini e di una materia calcaria spatosa. Ora però che i caratteri de' generi delle conchiglie sono meglio determinati, attesi i lavori di Bruguier, La-Marck e Bosc, rimane ad esaminarsi se quelle piccole microscopiche conchiglie appartengano veramente agli ammoniti. Sino ad ora se ne sono distinte duecento specie di tutte le possibili grandezze da quella di una ruota da carrozza a

quella di una piccolissima e microscopica lente. Alcuni hanno pensato che le soprannominate sostanze organiche fossero parti ossee appartenenti a diversi generi di molluschi, come appunto le ossa delle seppie. Sembra però più probabile che sieno state vere conchiglie le quali abbracciavano colla loro ultima camera una parte del corpo dell' animale, il quale vi era attaccato o per un filo tendinoso o in altra maniera (V. le *Memorie* di La-Mark *negli Annali del Museo*, volume V, e la *Storia Naturale delle Conchiglie* di Bosch).

CROSTACEI.

Echiniti. Sono frequenti nello stato fossile, specialmente nelle rocce secondarie presso gli ammoniti ed i belenniti: se ne trovano ancora negli strati cretosi: più abbondanti sono le loro punte le quali dotate di una maggiore durezza si sono conservate nella terra o nell' interno delle pietre, mentre il guscio dell'animale si è

distrutto attesa la sua fragilità. Queste petrificazioni molte volte sono silicee, e non di rado si riferiscono a specie sconosciute.

Encriniti. Petrificazioni di un polipajo che dal fondo del mare sorge con un lungo fusto articolato, su cui vi sono le braccia ordinariamente ripiegate, imitando allora una spiga di grano turco o un giglio non ancora aperto. Nel *Manuale* di Blumenbach, tomo II, pag. 416, evvi la figura di questo fossile. Gli *Entrochi, Astroiti, Trochiti* o pietre stellate sono le articolazioni separate e fossili dell'encrino. Dalle configurazioni diverse e molto variate che si osservano in queste parti organiche fossili, si rileva che esse appartenevano a specie diverse di encrini, benchè presentemente una sola specie si conosca di questo genere, ed è quella indicata col nome di *Palma marina.* Il fossile chiamato *Giglio di pietra* è un encrinito.

Coralli. Le madreporiti e milleporiti si trovano in una quantità

innumerevole e di una somma varietà. Molte di queste petrificazioni sono silicee.

Granchi. Il territorio di Verona fornisce begli esemplari d'impressioni di questo genere d'animali.

Non mancano finalmente nel regno fossile i residui d'insetti e d'animali amfibj, come rospi e ranocchi nello schisto di Oeningen.

REGNO VEGETALE.

Le specie delle sostanze vegetali fossili sono più difficili a riconoscersi che quelle degli animali. Se ne incontrano in molte parti del globo,

1.° Nello stato di petrificazione, quando le parti del vegetale sono distrutte e rimpiazzate fibra a fibra da parti o silicee e metalliche: tali sono i legni fossili o petrificati. La trasmutazione delle parti vegetali talora è seguita con tale precisione, che si può riconoscere il tipo della petrificazione e la specie della pianta da cui è derivata. Queste petrificazioni

sono sempre silicee, benchè si trovino talvolta in terreni calcarei. Negl' immensi deserti dell' Affrica frequentemente si rinvengono tronchi di alberi, ora interi ed ora spezzati, divenuti silicei e più o meno coloriti, fatto curioso il quale prova che quella vasta contrada era vestita di vegetabili, prima che il mare vi deponesse quelle sabbie che l'hanno resa deserta. Un altro fatto interessante per la geologia è che molti legni petrificati si veggono bucati da vermi marini, ciò che dimostra il loro soggiorno nel mare prima che si trasformassero in pietra silicea;

2.° Nello stato d' incrostazione, come accade nei vegetali esposti ad essere bagnati da acque incrostanti: tali sono i tartari del Velino nella celebre cascata presso Terni, quei di Tivoli nel luogo detto il Lago dei Tartari, e le osteocelle del Monte Pincio presso Roma;

3.° Nello stato di torbe o di ligniti. Le torbe sono ammassi di vegetali

che conservano ancora la loro natura, che hanno le fibre e le foglie intrecciate e schiacciate le une contro le altre per effetto della compressione. Esse sono state prodotte da piante paludose che nascono nelle acque stagnanti, ed alla loro formazione si richiede la presenza di un principio conservatore, probabilmente l' ossido di ferro; altrimenti ben presto le piante si decomporrebbero e ne risulterebbe solo un terriccio. Gli ammassi di torbe sono situati presso la superficie della terra, e la loro formazione appartiene allo stato presente della superficie terrestre. Le torbe possono essere molto diverse secondo il grado di alterazione che hanno ricevuto i vegetali e secondo che questi sono stati più o meno decomposti. Il signor Faujas distingue due specie di torbe, la paludosa, cioè, e la legnosa: la prima è quella di cui ora abbiamo parlato, ed è la torba comune: la legnosa è formata, secondo Faujas, da materie vegetali

trasportate ; perciò i suoi depositi si debbono attribuire a quell'ultimo cataclismo accaduto in quella parte del globo dove esistono, e sono più antichi degli strati sempre superficiali di torbe. A questa classe quel dotto autore riferisce la famosa miniera della così detta *terra d'ombra di Colonia*, nella quale per una estensione di molte leghe si vede un immenso deposito di vegetali cangiati quasi del tutto in un terriccio e coperti da uno strato di ciottoli alto da dodici sino a venti piedi. L'altezza dello strato di torba supera i cinquanta piedi, ed in mezzo al terriccio composto interamente di residui vegetali intrecciati in tutte le direzioni e di colore nero, si veggono grossi tronchi di alberi che hanno qualche volta due piedi di diametro sopra otto o dieci di lunghezza. Faujas inclina a credere che alcuni di questi tronchi appartenessero alla famiglia delle palme. In Francia nel dipartimento dell' Aisne vi sono altri simili depositi

di torbe legnose divenute simili alla terra di Colonia, formati da legni esotici: queste torbe legnose però sono piritose, e s'infiammano spontaneamente all' aria. Parmi che si possa sopprimere questa distinzione del signor Faujas, e che le sue torbe legnose sieno varietà della lignite. Osserverò finalmente che copiosi ammassi di legni bituminosi si trovano nella Siberia, al nord del Gröenland, nelle isole al di là della Norvegia e sino al 73.° grado di latitudine in luoghi dove ora appena vegetano i licheni, talmente che sembra che la vegetazione non sia stata sempre impedita nei climi polari.

4.° I vegetali nel regno fossile si trovano sovente nello stato di semplici impressioni come in alcuni schisti calcarei del Bolca, e negli schisti argillosi che cuoprono le miniere di carbon fossile. Alcune di queste impronte si riferiscono a piante sconosciute e che hanno qualche somiglianza ora alle felci americane, ora

alle palme ed ora anche alle canne da zuccaro. Si osservi però che talora si sono prese per impronte di vegetali alcune impressioni fatte nelle pietre da qualche effluvio metallico, specialmente di manganese. Tali sono quelle arborizzazioni che si veggono nelle dentriti, in molti ciottoli dell'Arno, e nel calcario scissile di Maggiora nel dipartimento dell'Agogna.

5.° Si trovano ancora le sostanze vegetali nel loro stato naturale, ma inviluppate e compresse da materie terrose. Tali sono le piante che compongono quel singolare erbario fossile trovato da Faujas in uno schisto argilloso, sotto un masso di lava alta mille duecento piedi, e che erano in tale stato di conservazione che trasportate a Parigi furono riconosciute appartenere a quelle medesime specie che presentemente vegetano nelle stesse contrade.

Tra le sostanze vegetali fossili è stato annoverato da alcuni il *caoutchuc*, conosciuto sotto il nome di

gomma elastica. Questa materia bitu-minosa la quale scola da alcune piante che vegetano nella zona torrida, si è creduto che sia quella stessa che si rinviene sotterra alla profondità di quattrocento cinquanta piedi nel seno delle montagne dell' Inghilterra settentrionale, cioè nelle miniere del Derbyshire, situate in un paese calcareo-conchiliaceo, e che sia divenuta fossile per qualche rivoluzione del globo (V. *Annali del Museo*, tomo I). Avendo avuto occasione di esaminare molti saggi delle miniere del Derbyshire, ho osservato che il bitume è talmente mescolato colla galena, collo spato fluore e calcareo e col solfato di barite, che la sua formazione debb' essere stata simultanea a quella delle predette sostanze. Se si vuole dunque che questo bitume sia giunto dal Brasile, e non formato nei filoni nei quali presentemente si trova, è d'uopo il far viaggiare ancora dal Brasile in Inghilterra la galena e gli spati fluori calcarei e

baritici. In secondo luogo i bitumi fossili di quella miniera hanno dei caratteri molto diversi da quelli del caoutchuc il quale, sì fresco come secco, bruciando, esala un odore pesante e dispiacevole, e la materia che ne distilla è untuosa e glutinosa, laddove che il bitume del Derbyshire sparge un odore aromatico e ne distillano delle gocce le quali raffreddate sono dure e fragili. Finalmente il signor Hatchett, enumerando quindici qualità di questo bitume elastico, fa menzione di alcune le quali contengono ancora del petrolio liquido, mentre altre passano allo stato di asfalto duro e fragile. Questa sostanza dunque sembra indigena di quel luogo, e che per qualche combinazione particolare abbia presa quella forma di una materia elastica, forse per la frapposizione di particelle d'aria o di qualche altro fluido gassoso, come pensa il suddetto signor Hatchett.

Avrei potuto rendere molto più voluminosa questa compilazione dei

fatti relativi al grande fenomeno geologico de' corpi organici fossili: ho preferito però di restringermi ai principali fenomeni e d'indicare gli autori nelle cui opere potranno i coltivatori della geologia fare un' ubertosa raccolta di notizie. Gli *Annali del Museo Imperiale di Parigi* ed i *Saggi geologici* del signor Faujas sono in particolare molto pregevoli per la quantità e moltiplicità delle notizie che somministrano. Ora è necessario l' esaminare le principali circostanze che sogliono accompagnare questi fatti, per dedurne quelle spiegazioni che saranno più conformi alle medesime.

1.° I residui de' corpi organici si trovano talora in grandi elevazioni sopra il livello del mare, e talvolta a profondità notabili sotto il medesimo. Nel Monte Perduto, cima la più elevata de' Pirenei, i corpi marini sono nell' altezza di dieci mila piedi: nel Jungfrauhorn nelle Alpi della Svizzera, all' altezza di dodici mila piedi; e nell'America meridionale sino

a tredici mila piedi sopra il livello del mare, in guisa che sembra che Kirwan abbia preso un equivoco quando asserì che i residui de' corpi marini non sono giammai ad altezze superiori agli otto mila cinquecento piedi. Al contrario nella Contea di Cumberland in Inghilterra si sono trovate le impronte di felci negli strati di schisto alla profondità di due mila piedi sotto il livello presente del mare.

2.° I residui de' corpi organici marini sovente sono mescolati ed uniti a quei de' corpi organici terrestri. Dove si trovano impronte di pesci, sono ancora frequenti le impressioni de' vegetali, come nel Bolca. Non è raro il trovare delle ossa de' grandi quadrupedi a cui siansi attaccati dei corpi marini, come ostriche, serpule, ecc.; ed il più sovente si osserva che la sepoltura degli elefanti e de' rinoceronti è un' argilla o sabbia mobile nella quale abbondano i corpi marini. Pallas (*Acta Petropoli*, 1775, tomo XVII) ha osservato che in Siberia le

ossa degli elefanti sono unite talvolta con quelle de' grandi cetacei ed animali di mare: lo stesso fenomeno si ripete nelle colline piacentine, dove si sono trovati gli scheletri delle balene e de' delfini ed ancora quei degli elefanti e de' rinoceronti: così ancora mentre in Hassalt si trovano denti di elefanti fossili, in Maestricht paese vicino si scavano rettili di specie sconosciute, testuggini e corpi marini.

3.° In alcuni luoghi i residui dei corpi organici terrestri alternano con quelli de' corpi organici marini. Questa singolare circostanza è stata verificata negli strati gessosi di Montmartre, e vi è luogo a credere che si ripeta ancora nella gessaja di Aix attese le osservazioni di Lamanon. Merita di essere letta su questo argomento la bella *Memoria* de' signori Cuvier e Brongniart, inserita nel *Giornale delle Miniere*, n.° 138, sulla geografia mineralogica de' contorni di Parigi. Risulta dalla medesima che incominciando dalla parte più profonda

quella contrada è formata, 1.° da una massa di creta nella quale vi sono circa cinquanta specie diverse di fossili marini; 2.° da uno strato di argilla plastica molto untuosa, tenace, quasi scevra di parti calcarie, a segno di non fare effervescenza con gli acidi: tale strato in alcuni luoghi ha più di quaranta piedi di altezza, nè contiene alcun corpo organico fossile; 3.° segue un calcario grossolano separato in alcuni luoghi dalla precedente argilla per mezzo di uno strato più o meno alto di sabbia. Questo calcareo grossolano contiene una quantità prodigiosa di conchiglie fossili le quali differiscono non solo nelle specie, ma ancora nei generi dalle conchiglie del primo masso di creta. La-Mark ne ha determinato più di seicento specie, la maggior parte delle quali si allontanano dalle specie attualmente conosciute: molte di queste conchiglie sono intere, ben conservate, ed alcune ritengono ancora lo splendore perlaceo; 4.° viene

quindi la formazione gessosa composta da strati alternativi di gesso e di marna argilloso-calcarea. Nei banchi di questa formazione si trovano gli scheletri di uccelli, di quadrupedi sconosciuti, le conchiglie d'acqua dolce ed i tronchi di palme petrificate e divenute silicee; 5.° sopra la formazione gessosa si veggono strati di marne, nelle quali ritornano di bel nuovo i corpi marini, e seguono di poi i banchi di sabbia silicea, ora purissima, ora agglutinata in gré, la quale racchiude conchiglie marine molto variate e di specie simili a quelle di Grignon. Questi banchi sono coperti da terreni di alluvione. In quella contrada pertanto si sono riconosciute le seguenti epoche. Nella prima più remota il mare copriva quello spazio. Nella seconda in cui si formò lo strato di argilla plastica, sembra che il mare ne fosse lontano attesa la mancanza delle parti calcarie: nella terza ritornò di nuovo il mare, il quale nutriva corpi organici diversi da quelli

del mare della prima epoca. Si osservi che questo fenomeno si ripete in diverse contrade, e che sovente in alcuni strati terrestri si trovano i medesimi generi e le stesse famiglie di corpi organici marini, mentre negli strati vicini o superiori o inferiori i generi e le famiglie sono del tutto diverse. Nella quarta epoca quel sito popolato di uccelli e di quadrupedi e vestito di piante era libero dalle acque del mare: nella quinta epoca abbiamo di nuovo il mare nello stesso luogo. Ciascuna di queste epoche debbe avere abbracciato un lungo corso di anni, come si può arguire dalla quantità delle materie deposte, e dal lungo spazio di secoli che sono trascorsi tra la quinta epoca di cui non ne abbiamo le tracce nella storia e l'epoca presente. Se nel gran bacino di Parigi si potessero inoltrare gli scavi sino alle rocce primigenie le quali ne formeranno la base, chi sa quante simili alternative si verrebbero a conoscere? Sono circa

trent' anni che Fortis aveva asserito che alcune parti abitate del continente erano state occupate dal mare, il quale, ritirandosi, aveva restituito all' uomo quelle terre che gli aveva tolto, chi sa quanti secoli prima (V. *Viaggi in Dalmazia, cap. di Spalatro*); ed in questa idea del mare che più volte aveva occupata una contrada, ed altre volte si era ritirato da essa, egli era stato preceduto da Targioni e dall'Arduino. Mi lusingo che non sarò tacciato di soverchio amore nazionale se dirò che gl' Italiani non sono restati indietro alle altre nazioni nelle idee geologiche fondamentali, e le osservazioni presenti giustificano la loro maniera di vedere in molti fenomeni della natura.

Ora è tempo che esaminiamo le congetture che si sono fatte dai naturalisti per dare qualche spiegazione di un fenomeno così complicato nei suoi dettagli.

La prima ipotesi che dobbiamo esaminare, è quella di una straordinaria,

violenta e passeggiera rivoluzione del globo, nella quale la massa delle acque del mare trasportata fuori del suo letto siasi innalzata all'altezza di dodici in tredici mila piedi, e che abbia per conseguenza coperto le cime di montagne altissime: tornando di poi nel suo letto primiero abbia trasportato seco e deposto confusamente parecchie sostanze organiche, unendo insieme i prodotti di climi diversi e di paesi molto distanti. La prima difficoltà che si presenta in questa ipotesi è quella della forza, la quale abbia potuto sollevare e ritenere qualche tempo la massa immensa delle acque in una situazione così diversa da quella che richiede la sua gravità ed il suo equilibrio. Molti si sono occupati nella soluzione di questo problema, e mentre per risolverlo Picot ha supposto un ritardo nel moto di rotazione della terra per cui diminuita la forza centrifuga, le acque dall'equatore si portarono verso i poli, e tornarono quindi dai poli verso

l' equatore quando fu ristabilito il moto primiero (*), Le Brun al contrario ha imaginato un' accelerazione nel moto diurno della terra, per la quale crescendo la forza centrifuga, le acque si slanciarono fuori de' loro letti, e vi tornarono di poi quando si ristabilì il moto regolare. Ma quale è il fenomeno di cui non si possa rendere una ragione nell' istante con ipotesi di questa natura? Altri hanno imaginato il passaggio di una cometa vicino alla terra: ma quando i matematici hanno voluto calcolare la probabilità di tale avvenimento, l'han trovata così piccola che va a confondersi coll' inverisimiglianza. Supponiamo però che tale combinazione abbia avuto luogo nella lunga durata del nostro sistema planetario e che

(*) La-Place ha dimostrato che il nostro globo in vece del moto di rotazione che ha e che si compie in 24 ore, 56', 4", ne potrebbe avere un altro pel quale la terra girasse intorno al suo asse in 2,25',17": ogni altro moto di rotazione non sarebbe conciliabile coll' equilibrio delle sue parti.

ne sia veramente seguito l' effetto che si vuole, cioè di una traslocazione passeggiera del mare: la natura di questo avvenimento non si può combinare colle circostanze che accompagnano il fenomeno, le quali dimostrano che il mare ha lungamente soggiornato in quei luoghi nei quali si trovano i residui de' suoi corpi organici. Nella terra di Diemen nella Nuova Olanda a gradi quarantatrè di latitudine sud, e sulle montagne del Timor si trovano delle conchiglie incastrate in mezzo a masse madreporiche a più di mille cinquecento piedi di altezza sopra il livello del mare (V. La-Mark, *Considerazioni sul viaggio di Péron nelle terre australi negli Annali del Museo*). I polipi, specialmente quelli a polipajo solido, non vivono che nei climi caldi: al di là del 34.° grado sud non si trova alcuna grande specie di polipajo solido. Questa famiglia innumerabile di animali, respinta dalle due estremità del mondo, sembra che abbia fermata

la sua abitazione nel seno de' mari più caldi. Tutte le isole della Società, molte parti della Nuova Guinea, le isole del lato orientale della Nuova Olanda e quasi tutte quelle innumerevoli isole seminate nell'Oceano equinoziale sembrano essere l' opera di questi deboli animali. Il suolo innalzato sopra il livello del mare e quello ancora delle montagne è talmente ripieno di polipaj fossili, che ne sembra quasi interamente formato. Il grande platoro che domina una parte de' monti del Timor, è composto interamente di materie madreporiche. Nei mari de' paesi caldi, dove questi polipaj sono sì abbondanti, le isole che si formano da tali insetti, cessano d' innalzarsi tosto che oltrepassano per una picciola altezza la superficie dell' acqua, in modo che non possano più esserne bagnate.

Non si può dunque dubitare che i luoghi dove si trovano simili polipaj, non siano stati immersi nel mare durante la formazione di tali masse

madreporiche e per uno spazio di tempo proporzionato alla loro quantità. Chè se mai si volesse supporre da taluno che queste madrepore siano solo aderenti alla superficie delle rocce, e per conseguenza si risguardassero come trasportate a quelle altezze da qualche passeggiera rivoluzione, si rifletta che i medesimi corpi si ravvisano ancora nelle masse interne delle montagne dove qualche valle o dirupo ne svela la struttura interna. Le osservazioni fatte da Péron nei mari australi corrispondono a quelle che si sono fatte da Faujas nella Lorena, nel Vicentino e sulle spiagge del Mediterraneo tra Monaco e Mentone. In quest' ultima contrada nel Capo Martino si veggono numerosi strati di un marmo bianco salino, pellucido nei bordi, duro e suscettibile di ricevere il più bel polimento, formato di madrepore esotiche i cui polipi avevano vissuto negli stessi luoghi e vi avevano fabbricato le loro abitazioni, stabilendole come a strati le

une sopra le altre (V. *Faujas*, *Saggi di Geologia*, tomo II, pag. 38). Sulla spianata di Ciolano presso Barcellonetta, all' altezza maggiore di 1400 tese sopra il livello del mare, Guerin trovò delle madrepore le quali formavano parte della roccia calcaria della montagna. Lasciando ora da parte le madrepore, e prendendo in considerazione le conchiglie, evvi una circostanza la quale parmi dimostrare ad evidenza che questi corpi marini non sono stati trasportati e deposti da una passeggiera inondazione, ed è che i medesimi si trovano distribuiti in famiglie; e mentre in uno strato non si trovano che individui di una famiglia, negli strati contigui si osservano famiglie diverse. Abbiamo accennato poc' anzi i fenomeni che si osservano nei contorni di Parigi, nè sarà inutile il riferire ciò che su questo argomento ci è stato partecipato da Faujas. Le masse enormi di pietra calcarea grossolana che giornalmente si trasportano per le

costruzioni di quella vasta capitale, sono quasi interamente composte di una sola specie di conchiglia in forma di vite, a cui i naturalisti han dato il nome di *Cerite*, e che ha molta somiglianza con una conchiglia che si trova in grande abbondanza in molte parti de' mari delle Indie. Pare che sia il *Cerithium serratum* molto abbondante presso le isole degli Amici. I banchi delle carriere del Monte Rosso presso Parigi, non solo sono composti della stessa specie di conchiglie, ma riposano sopra altri banchi egualmente alti e solidi i quali sono quasi del tutto formati da un piccolissimo corpo marino globuloso, alquanto compresso, a cui si è dato il nome di *miliolite* per la sua grandezza simile a quella di un grano di miglio. Sappiamo ancora che alcune catene di colline sono interamente composte di numismali. Si dovrà credere che in una generale alluvione nella quale tutt' i corpi inviluppati dalle acque debbono essersi mescolati tumultuariamente,

siano seguite delle regolari separazioni, e che alcune specie soltanto siano state deposte in ammassi immensi in una contrada, ed altre specie in contrade diverse? Non v'è che il soggiorno tranquillo e continuato del mare in uno stesso luogo che possa dare ad una specie il comodo di propagarsi e moltiplicarsi in un sito, fenomeno molto frequente nel mare, nel quale si osserva che alcune specie unite in famiglie moltiplicano prodigiosamente in un sito piuttosto che in un altro. Come spiegare in oltre il perfetto stato d'integrità in cui si trovano nelle nostre colline le conchiglie leggerissime e di un'estrema delicatezza, ed i fragilissimi corpi de' pesci, sovente sì gli uni come le altre appartenenti a mari ora da noi molto distanti? Negli scheletri di quei bei cetacei che sono presso il Consiglio delle Miniere, si osservano le spoglie di alcune conchiglie nate e cresciute talmente che i loro gusci si sono adattati alla figura

ed alle sinuosità delle ossa, sopra le quali si sono arrestati e sviluppati i loro germi. Questo specioso fenomeno non si può spiegare se non che supponendo che quando il mare copriva le cime dell'Apennino di Piacenza, gli scheletri di quei cetacei restarono tanto tempo sepolti nelle acque, che le conchiglie vi si poterono sviluppare sopra e vivere come le medesime nascono e vivono attaccate agli scogli, e, ritirato di poi il mare, rimasero gli scheletri sepolti nel luogo medesimo insieme agli altri corpi abbandonati dalle acque. Nessuno, mi lusingo, vorrà imaginare che il mare abbia trasportato (chi sa da dove?) quegli scheletri colle conchiglie che vi sono unite, sino alla cima de' monti senza rompere e scompaginare le ossa. La stessa difficoltà ancora s'incontra se dal moto irregolare e tumultuoso di una rapida e passeggiera inondazione vorremo concepire trasportati i cadaveri di quegli animali che troviamo interi e sepolti in climi molto

diversi da quelli nei quali le loro specie ora si propagano. Gli ammassi di ossa fossili di Cerigo, di Gibilterra e della Dalmazia che probabilmente hanno avuta origine da inondazioni, non presentano che ossa infrante e disunite. Chè se dagli animali volgiamo gli occhi ai vegetali, è egli possibile che i delicati ramoscelli dell' *abrus precatorius* sieno stati violentemente trasportati dalla zona torrida sino al Bolca, o quelli delle felci americane abbiano viaggiato sino in Francia e in Inghilterra, conservando intatte le loro foglie, e che sieno stati deposti negli schisti calcarei o argillosi o bituminosi e nelle ardesie, con quella precisione ed esattezza colla quale un botanico riporrebbe le piante nel suo erbario? Se non vogliamo illudere a noi stessi e stravolgere i fatti in modo che si prestino alle nostre idee, dobbiamo riconoscere che i fenomeni geologici dimostrano che i corpi organici sì terrestri come marini hanno vissuto, le loro specie

si sono propagate, e le loro spoglie si sono deposte in quei luoghi dove ora si rinvengono le tracce e se ne ravvisano le impronte. Vi sono state certamente sul globo delle straordinarie e violenti inondazioni, ma con tale mezzo non si può rendere una ragione del fenomeno geologico di cui si tratta; nè comprendo come un geologo, così illuminato come il signor Ebel, abbia potuto credere possibili i trasporti de' corpi organici animali e vegetali da luoghi molto remoti, asserendo che i tanti pesci e vegetali de'mari e delle terre australi nel Monte Bolca ed in Vestena, le ossa di elefanti ed altri animali nei colli del Piacentino, Veronese e Vicentino sembrano provare che il movimento principale del mare, che altre volte ricopriva l'Italia, era dal S. E. al N. O., in forza di che quegli animali furono condotti sino al piede delle Alpi e colà sepolti. Per altro lo stesso autore parlando delle tenere asterie indiane che si trovano negli

schisti calcarei di Pappenheim, riconobbe che non avrebbero potuto giungere sino a quel sito condotte dai flutti del mare, senza essere infrante o distrutte: e pure il problema è lo stesso tanto per le asterie di Pappenheim quanto pei pesci e per le piante del Bolca e di altre contrade.

Tra i naturalisti non vi è forse un difensore più forte del diluvio quanto il signor G. A. De-Luc. Siccome però egli è fornito a dovizia delle vere e solide cognizioni geologiche e fisiche, ecco come si è espresso nelle sue Lettere a Blumenbach. Alla pag. 19 dice: *Si vede senz' alcun dubbio che i residui di animali esotici, sì terrestri come marini, sono stati sepolti dal mare nei luoghi dove si trovano.* Alla pag. 59 dice: *Non è possibile lo studiare attentamente i corpi degli animali marini negli strati che li contengono, senza riconoscere che gli animali di cui ci manifestano la passata esistenza, vivevano e pullulavano negli stessi luoghi dove si trovano.* Alla pag. 61

ripete : *È evidente che le razze di animali marini trovate negli strati, han vissuto e pullulato negli strati medesimi.* La stessa dottrina inculca nel *Trattato elementare di Geologia*, stampato in Parigi nel 1809, dove alla pag. 392, dopo di avere esposto il fenomeno delle conchiglie che si trovano negli strati regolari di marna, di argilla, di sabbia, ed avendo osservato, 1.° che alle volte una specie di questi strati è la medesima e continua in tutta la profondità a cui si può giungere, mentre altre volte si cambia a misura che lo scavo s'inoltra; 2.° che in questo secondo caso, dopo di avere trovato le conchiglie di una famiglia in una specie di strati, si trovano delle famiglie diverse quando si cambia la natura degli strati; conchiude che, quantunque tali corpi marini provino evidentemente che i nostri continenti sieno stati coperti dal mare, ciò non può essere stato l'effetto del diluvio, poichè nelle sostanze mobili della superficie non

si ravviserebbe altro che confusione; e termina col dire che tali strati regolari erano le ultime precipitazioni prodotte nel seno del mare, mentre gli animali marini si moltiplicavano sopra il suo fondo. Allorchè dunque si tratta del fenomeno de' corpi organici fossili sarebbe tempo di non parlare più del diluvio, e parmi che sia un indizio di poco rispetto pei libri sacri l'abusarsi della loro autorità per applicare ai fenomeni della natura le spiegazioni più contrarie a tutti i principj della fisica, mentre, per servirmi dell'espressione del celebre Linneo nella sua orazione *De telluris habitabilis incremento*, *Qui hæc omnia diluvio adscribit, quod cito ortum, cito transiit, is profecto peregrinus est in cognitione naturæ, et ipse cæcus aliorum oculis videt, si quid videt.* Vi sono state, come ho detto poc' anzi, sul globo alcune straordinarie e violente inondazioni, ciascuna delle quali si può da noi considerare come un

diluvio (*), ma con esse non si possono spiegare molti fenomeni geologici.

Due sono le parti principali del fenomeno di cui si tratta: la prima come le spoglie de' corpi organici si rinvengano in climi diversi da quelli che ora convengono alle loro specie; la seconda come i corpi marini abbiano esistito e siansi propagati in luoghi ora molto distanti dal mare o moltissimo elevati sopra il suo livello. Il signor La-Mark, per soddisfare ad ambedue queste parti, ha imaginato un traslocamento progressivo e lento dei due assi della terra,

(*) Nella pag. 103 di questa seconda Parte abbiamo accennata l' antica separazione del Mar Nero dal Mediterraneo. Allorchè si formò la loro comunicazione, la caduta di una massa enorme d'acqua produsse quelle inondazioni che secondo i più antichi monumenti della storia ingojarono una parte della Grecia e delle isole dell' Arcipelago, e che furono indicate col nome di Diluvio di Deucalione, perchè questi, regnando in quel tempo, ebbe la trista gloria di lasciare il suo nome ad una delle più memorabili e disastrose epoche della storia (V. la *Geografia fisica del Mar Nero di Duran-de-la Malle*).

pel quale l'asse dell'equatore vada a prendere la posizione dell'asse dei poli, mentre questo passa nel luogo del primo. Da ciò debbe seguire una traslocazione successiva de' mari ed un lento e progressivo cambiamento de' climi. Questa ipotesi però non è approvata nè dagli astronomi nè dai fisici, ad onta degli argomenti coi quali il suo celebre autore ha cercato di renderla verisimile. I primi non vogliono riconoscere nell' asse della terra altro moto che quel leggiero spostamento di 9", detto nutazione dell' asse, pel quale questo descrive un circolo di 18" di diametro, il cui centro è il luogo medio del polo, compiendosi l'intera rivoluzione in diciotto anni ed otto mesi, nè vi è, per quanto mi è noto, alcun astronomo che abbia osservato nell'asse della terra quel moto regolare e progressivo che vuole La-Mark. Ai fisici poi sembra difficile il concepire come la regione equatoriale, avanzandosi verso uno de' poli della terra,

divenga sottoposta ad un' azione più intensa di cause degradanti e si deprima, e molto più arduo è l'imaginare come la regione polare, di già consolidata, si vada sollevando a misura che diviene equatoriale. In oltre se il traslocamento de' mari fosse stato lento, tranquillo e successivo, i pesci avrebbero dovuto seguirne il corso. Allorchè nelle maree regolari il mare si ritira da quelle parti della spiaggia alle quali era salito nel flusso, i pesci sogliono seguire il moto del loro elemento nativo, se non vi è una particolare circostanza la quale ne tolga il potere a qualche individuo. Come dunque si spiegherà il fenomeno di quei copiosi cimiterj di pesci che si trovano sopra montagne ora distanti dal mare ed innalzate sopra il suo livello centinaja di tese? I pesci fossili non sono così frequenti come le conchiglie, ma un lungo catalogo de' luoghi nei quali si ripete questo fenomeno, lo abbiamo nel *Saggio di geologia* di Faujas, come ho già

accennato. La struttura molle de' pesci e la facilità colla quale i loro corpi si decompongono, è la cagione per cui gl' ittioliti sono rari in confronto di quegli animali marini che sono racchiusi in una dura materia calcaria. Se non in tutti, almeno nella massima parte di quei luoghi nei quali si rinvengono i residui de' corpi marini, si troverebbero ancora de' pesci o le loro impronte, se vi fossero concorse le circostanze necessarie le quali parmi che sieno un'abbondante fanghiglia che involga i loro corpi e li difenda dall' ària, ed il suo sollecito disseccamento per cui le parti terrose si avvicinino e s' induriscano prima che la putrefazione s' impadronisca della sostanza animale. La pietra calcaria schistosa suole essere l' inviluppo di tali pesci fossili, e la moltiplicità delle vene nelle quali essa facilmente si spezza, può rendere verisimile quest' idea, mentre veggiamo che le fenditure sono tanto più frequenti in una sostanza pietrosa,

quanto più è stato rapido il suo consolidamento. Ciò che sembra certo è che il mare debb' essersi ritirato con violenza e rapidità da quei luoghi nei quali si trovano i cadaveri di pesci bene conservati o anche le loro semplici impronte. Sono celebri presso tutti i naturalisti quegli esemplari del Bolca, nei quali si vede un pesce sorpreso dalla morte nell' istante in cui si cibava di un altro pesce minore. Egli è vero che l' acqua trasporta seco tutto ciò che vi può galleggiare, ma i pesci hanno la facoltà di rendere i loro corpi più o meno specificamente leggieri dell'acqua (*), e sentendo che questa è fortemente agitata e commossa come lo debbe essere quando la sua massa si dirige con impeto verso una parte, è molto naturale che cerchino un asilo nel fango del fondo e che non possano

(*) Veggasi ciò che su questo argomento è stato scritto dal signor professore Configliacchi nella sua *Memoria sull' aria contenuta nella vescica natatoria de' pesci.*

di poi raggiungere le acque le quali si sono ritirate con rapidità. Questo fenomeno è seguíto sulle coste mediterranee dell' Italia due volte nel luglio del 1809, cioè ai 4 nel golfo della Spezia ed ai 27 nel golfo di Napoli, come allora si narrò in tutti i fogli pubblici. Il mare in questi luoghi si alzò rapidamente circa tre piedi sopra il suo livello ordinario, e questa marea straordinaria durò 15 in 20 minuti tra l' abbassamento e l' innalzamento. Pesci di tre, quattro e cinque libbre furono trasportati dal flusso e presi sull' arena restata in secco. Nella spiaggia occidentale del suddetto golfo della Spezia furono presi in questo modo pesci assai grossi abbandonati sopra banchi di fanghiglia. Si debbe di più considerare che siccome il fondo del mare non è nello stesso piano orizzontale; così se nella contrada che è restata scoperta nel suo ritiro, vi sono degli avvallamenti o delle profondità, in tali siti si debbono formare de' laghi dove si

raduneranno quei pesci che non hanno potuto seguire il corso della massa generale dell' acqua. Se non vi è restata comunicazione tra questi laghi ed il mare, e se fiumi o copiose sorgenti d' acqua non gli alimentano, la sola evaporazione estiva li può asciugare, ed i raggi solari, riscaldando il fondo fangoso del lago, possono sviluppare molto gas idrogeno, causare la morte improvvisa de' pesci e disseccare la fanghiglia. Nè sarà qui fuori di proposito il riferire un fatto su cui ho scritto in altra occasione. Mentre dimorava in Napoli nell' estate del 1795 si sparse la notizia che nella palude di Linterno, detta in oggi *Lago di Patria*, era seguita una generale mortalità di pesci, la quale si faceva ascendere a circa ottocento mila libbre di sedici once. La verificazione del fatto divenne un articolo di contestazione forense tra l' affittuario del lago ed il suo proprietario, e la spiegazione del fenomeno occupò il talento dei

fisici, alcuni de' quali imaginarono una tempesta di fulmini, altri un terremoto, altri una mofeta sortita dal lago. Due volte fui a visitarlo, e combinando i racconti de' testimonj più sensati e meno interessati per una parte o per l'altra, la mortalità de' pesci si poteva calcolare a quaranta mila libbre. La cagione più semplice e più probabile sembra essere stata l'azione de' raggi solari sopra il fondo fangoso del lago che in alcuni luoghi appena ha due piedi di profondità. Da quest' azione doveva risultare un copioso sviluppo di gas idrogeno delle paludi ed un forte riscaldamento sì del fondo come dell' acqua, ciò che doveva riescire tanto più funesto ai pesci, quanto che si era trascurato di tenere aperta la comunicazione del lago col mare. Siccome però i cadaveri de' pesci esposti all'azione dell' aria presto si decompongono; così per ispiegare il fenomeno de'pesci fossili, è necessario non solo che la loro morte sia stata

istantanea, ma che le loro spoglie sieno restate inviluppate in una fanghiglia tenera al segno da riceverne l' impressione, ed abbastanza densa per difenderli dal contatto dell' aria. Parmi che si potrebbe da questo fatto dedurre qualche congettura per ispiegare la formazione di quel singolare deposito di pesci fossili del Bolca. Allorchè si sprofondarono le caverne situate nel luogo dove ora è l'Adriatico, o seguì sul globo qualche altro cataclismo per cui il mare si ritirò con violenza dalle Alpi, si formarono tra Verona e Vicenza de' grandi ammassi di fanghiglia nei quali restarono incarcerati i pesci che non poterono seguire il rapido corso delle acque, o cercarono nel fango un asilo contro la violenta agitazione delle onde. Quando queste abbandonarono quella contrada, la fanghiglia non tardò a disseccarsi ed indurirsi, formando uno schisto calcario puzzolente per la materia grassa o animale che vi si era diffusa e che in alcuni siti

fu così abbondante da dare un colore nero alla pietra nelle facce che corrispondono all'impressione del pesce.

Esclusa l'ipotesi del signor La-Mark di una traslocazione lenta e successiva del mare, prodotta da una variazione nella posizione dell' asse della terra che regolarmente si avanzi verso l' equatore, veggiamo s' è probabile che la posizione dell' asse medesimo siasi variata rapidamente, ciò che avrebbe prodotto un trasporto violento del mare da un luogo all'altro ed un rapido cambiamento de' climi. Questo grande fenomeno in due maniere avrebbe potuto succedere: la prima per l'azione di qualche corpo celeste; ma se ciò avesse avuto luogo, cessata l' azione di quel corpo, come sarebbe il passaggio di una cometa, l' asse avrebbe dovuto riprendere la sua posizione primiera, mentre non è verisimile che nel sistema planetario sia seguita una perturbazione sì grande da far variare permanentemente la posizione dell' asse d' un

pianeta o trasportarlo fuori della sua orbita, ed obbligarlo a percorrerne un' altra diversa. L'avvicinamento in oltre di una cometa alla terra, benchè sia un avvenimento ancor esso possibile, è poco probabile, come si è accennato poc' anzi. La seconda maniera sarebbe un cambiamento seguíto nella posizione del centro di gravità del globo. Tutte le volte che un crollamento considerabile è seguíto o nel fondo del mare o in qualche parte del continente, sembra che lo spostamento di una massa grande d'acqua, unito al cambiamento di sito di quella grande quantità di materia che formava le volte e le pareti crollate della cavità, abbia potuto indurre dei cambiamenti nella posizione del centro di gravità e nella direzione dell' asse della terra, ciò che avrebbe causato il cangiamento de' climi. Quest' idea si era presentata ancora a G. A. De-Luc il quale nelle *Lettere a Blumenbach*, pag. 352, scrisse che *Se si considerino le conseguenze*

statistiche dello spostamento repentino d'una massa tale come quella del mare, si vedrà che la velocità e la direzione del moto delle parti di questa massa che cambiarono il loro parallelo, dovettero influire in qualche grado sulla velocità e tendenza di direzione del moto delle parti del globo dove giunsero e si arrestarono, ed apportare in tal modo qualche cambiamento sì nel suo moto di rotazione come nella posizione de' poli ed anche nell' inclinazione del suo asse sopra il piano della sua orbita. Essendosi sprofondati i continenti ed una parte delle acque del mare avendo riempito alcune vaste caverne nell' interno del globo, dovè risultarne qualche cambiamento nel suo centro di gravità. Tali sono state le congetture del signor De-Luc. In qualunque però delle sopra indicate maniere si fosse cambiata la posizione dell' asse della terra, come i paesi più caldi sarebbero divenuti più freddi, così le regioni più fredde sarebbero divenute più calde; e in quella

guisa che nei paesi ora più freddi si trovano le spoglie di corpi organici appartenenti ai paesi più caldi, così nei climi ora caldi e temperati si dovrebbero trovare i corpi organici de'climi ora freddi, ciò che non sembra accadere almeno generalmente. Verso il nord si trovano sempre i residui d'animali che ora vivono nel mezzogiorno. Per rinvenire alcune specie di pesci che abbiano qualche somiglianza con molti pesci fossili di Verona, bisogna ricorrere ai viaggi più moderni, ai mari più lontani ed ai climi più caldi della zona torrida. Lo stesso si dica di molte conchiglie fossili dell'Apennino e della maggior parte delle impronte de'vegetali. Non sembra dunque verisimile l'ipotesi d'un cambiamento seguíto nella posizione dell'asse terrestre, mentre i fenomeni geologici non dimostrano una permutazione de' climi, cioè che i più caldi siano divenuti i più freddi, e che i più freddi abbiano acquistata una temperatura più calda, ma

soltanto una diminuzione generale di temperatura.

Il signor Humboldt, per assegnare una ragione di questa diminuzione di temperatura e del maggior calore che una volta doveva regnare nel globo, ricorse ad un mezzo chimico molto ingegnoso, ed è quello del calorico che si doveva sviluppare nel tempo in cui seguivano le precipitazioni delle masse pietrose e le consolidazioni delle rocce. Passando queste dallo stato di fluidità e mollezza a quello di solidità, si doveva separare da loro molto calorico libero. Osserverò però che volendosi ancora ammettere l'ipotesi nettuniana della dissoluzione e precipitazione acquosa di quelle sostanze, non ostante che mi lusinghi di averne dimostrata nella prima parte l'inverisimiglianza, il calorico che si separava da esse, avrebbe dovuto comunicarsi alla massa del mare, e quindi si potrebbe in tal modo rendere una ragione solo de' corpi marini che si trovano negli

strati terrestri ed in climi diversi da quelli dove ora esistono o i loro tipi o le specie più analoghe: siccome però allora seguiva la consolidazione della materia terrestre, così non vi erano continenti asciutti, e per conseguenza mancavano ancora i vegetali ed animali terrestri. Ora poichè quegli stessi luoghi nei quali si trovano i corpi marini esotici forniscono ancora impronte di piante parimente straniere, è però forza il dire che queste diverse classi di corpi organici esistessero contemporaneamente, e che quella stessa temperatura la quale conveniva ai corpi marini, fosse ancora comune ai corpi organici terrestri. Negli schisti calcarei del Bolca abbiamo le impressioni di piante della zona torrida, cioè di quel clima stesso a cui appartengono le impressioni dei pesci. La vegetazione non incominciò sul globo se non quando apparvero i continenti, ed in quell'epoca essendo seguíto il consolidamento anche superficiale della massa terrestre, pare

che dovesse essere cessata la sorgente che, secondo Humboldt, poteva somministrare il calorico.

Il signor G. A. De-Luc ha spiegato il cambiamento nel livello del mare per mezzo dello sprofondamento di quelle caverne ch' erano poste sotto il suo fondo, e per rendere ragione delle spoglie di corpi organici appartenenti ai climi lontani, ricorre a diverse ipotesi, talchè non sembra del tutto decisa la sua opinione su questo articolo. Nelle *Lettere a Blumenbach* (V. *pag.* 236 *e* 395) suppone che una volta il calore nella superficie della terra fosse più uniforme ed eguale per le modificazioni che i raggi solari ricevevano dallo stato dell' atmosfera e dalla natura del suolo, per cui le differenze del calore esterno non erano così grandi come lo sono al presente nelle diverse latitudini, ed i cambiamenti della temperatura nelle nostre regioni allora erano minori di quello che ora lo siano dall' estate all' inverno e dal

giorno alla notte. Benchè però talora accada che in un inverno il freddo sia poco sensibile, e che in qualche notte si abbia una temperatura non molto diversa da quella del giorno, pure parmi difficile il concepire come uno stato permanente ciò che non è se non un fenomeno accidentale e passeggiero, e mi sembra che alla lunga l' influenza unita del clima geografico e fisico debba superare qualunque disposizione dell' atmosfera. Egualmente difficile a sostenersi parmi l' altra ipotesi dello stesso autore accennata alla pag. 311. Egli imagina che nel mare primigenio vi fossero delle isole o terreni più o meno elevati, e che nei luoghi più bassi vi fossero quei corpi organici terrestri de' quali ora troviamo le spoglie. Suppone quindi che sia seguíto un traslocamento del mare essendosi in qualche parte abbassato il suo fondo, nel qual caso i terreni che prima erano poco elevati, sono restati molto al disopra del livello del mare e sono

divenuti più freddi. Parmi però che si debba distinguere la temperatura che nasce dall' elevazione del suolo, da quella che risulta dal clima. Nella zona torrida potremo avere i corpi organici de' climi temperati ed anche freddi sul dorso o sulla sommità di alte montagne (V. il bel *Quadro delle regioni equatoriali* di Humboldt), ma nella zona temperata e molto meno nella fredda non potranno svilupparsi spontaneamente e propagarsi i corpi organici della zona torrida, in quella guisa appunto che nessuna costa del Mare Glaciale potrà essere abbellita di agrumi che vegetino allo scoperto come lo sono alcune spiagge del Mediterraneo. Per quello poi che risguarda le impressioni di piante esotiche, specialmente del genere delle felci che sì frequentemente s' incontrano negli schisti argillosi e calcarei che accompagnano specialmente le miniere di carbon fossile, lo stesso autore forma per esse un' altra ipotesi. Avendo egli distribuito in sei periodi

o epoche la serie delle operazioni che secondo il suo sistema dovettero precedere lo stato attuale del globo, alla terza epoca ha assegnato il primo sviluppo de' vegetali ed alla quarta la formazione del sole, dal che ha dedotto che, allorquando i raggi solari incominciarono a riscaldare l'atmosfera e la superficie terrestre, si modificarono ancora le specie dei vegetabili che noi ora conosciamo solo pei loro residui che sono restati sepolti negli strati minerali. Mi permetterò alcune riflessioni sopra questa idea di quel dotto geologo. Siccome l'interrimento di tali piante sarebbe seguíto nella terza epoca, quando non si erano ancora formate le rocce secondarie e non erano ancora accaduti quegli sconvolgimenti della superficie terrestre che egli assegna alle epoche posteriori; così tali impronte si dovrebbero trovare solo negli strati interni e profondi del globo. Le osservazioni però le quali ci presentano queste impronte negli

strati superficiali, c'insinuano ancora di doverle attribuire ad una delle ultime rivoluzioni che han determinato lo stato presente della terra. La prima formazione degli strati calcarei si assegna dal De-Luc alla quinta epoca, e molte di queste impronte si trovano negli schisti calcarei di formazioni recenti. In oltre non tutte le specie di piante di cui troviamo le impronte, sono state generalmente distrutte: molte mancano nei luoghi dove quelle impressioni si scavano, molte però vegetano ancora nei luoghi medesimi ed altre esistono in contrade diverse ed in climi diversi. Per quale ragione l'azione de' raggi solari doveva modificare alcune specie in certi climi e non doveva produrre lo stesso effetto in tutte le piante e sopra tutta la superficie del globo? Sembra dimostrato che le piante fossili che si trovano nei climi freddi dell'Europa, in gran parte si avvicinino alle piante delle zone di una temperatura più elevata, ed in queste

appunto dobbiamo cercare i loro tipi, come nei mari del sud si trovano gli analoghi di molti pesci e di molti testacei che ravvisiamo solo nello stato fossile nelle nostre contrade.

Se bene si considerino tutte le ipotesi sinora esposte, parmi che la più verisimile sia quella di Buffon, rettificandola in qualche articolo. Prima però di esporla credo opportuno il fare qualche riflessione sopra i cambiamenti nel livello del mare che possano avere avuto luogo nel nostro globo. Si tratta da' geologi la questione se il mare primigenio formasse uno strato unito e continuato intorno alla terra o se nella superficie di questa, dopo la sua generale consolidazione, vi sia stata sempre qualche parte asciutta, la quale fosse il littorale o del grande Oceano o di qualche sua parte. Nello stato presente del nostro pianeta, eccettuato il Mar Caspio, tutti gli altri mari conosciuti comunicano tra loro; ma siccome alcune di queste comunicazioni

sono formate da angusti stretti, così è molto probabile che le medesime non esistessero nel mare primigenio e che la sua superficie fosse divisa in tanti mari diversi separati tra loro e sostenuti da catene di montagne: a misura che queste crollarono, i mari si resero comunicanti e si ridussero ad uno stesso livello il quale sarà divenuto più basso in quella parte che aveva la superficie più elevata, e più alto dove il livello era più basso. Non si può negare che in alcuni siti il mare sia salito ad altezze di dodici in tredici mila piedi sopra il suo livello attuale e che vi abbia lasciato delle deposizioni consolidate in istrati; e siccome non si ravvisano tali deposizioni in altri siti molto più bassi, nei quali compariscono scoperte le rocce primitive; così parmi più facile, per la spiegazione de' fenomeni geologici, il concepire il mare primigenio distinto in tanti diversi mari sostenuti a livelli molto diversi tra loro per mezzo di grandi catene di montagne,

più tosto che ricorrere a cataclismi prodigiosi i quali abbiano distaccato e trasportato le deposizioni del mare già consolidate, lungi da quei luoghi nei quali erano accadute. Allorquando però una massa straordinaria d'acqua ha cambiato sito, se nel luogo che ha percorso ha trovato delle deposizioni non ancora assodate e che vestivano le rocce primitive, debbe averle trasportate altrove, lasciando scoperte le rocce sulle quali si erano formate. Molte cause poi possono contribuire a produrre de' cambiamenti nel livello del mare ed anche a trasportare qualche parte della sua massa da un sito nell'altro, e probabilmente le medesime hanno avuto luogo nel mare primigenio prima che si stabilisse lo stato attuale di cose.

La prima è se venga a rompersi taluno di quegli argini che sostengono una spiaggia e dividono un mare dall' altro. Se coll' imaginazione risaliamo a quell' epoca rammentata da molti antichi scrittori nella quale era

chiuso lo stretto di Gibilterra, il livello del Mediterraneo poteva essere molto più elevato, ed allorquando o la forza delle acque o qualche violento terremoto fece cadere la montagna che in quel luogo formava una diga al mare, le sue acque si diffusero nell'Oceano, ed il loro livello si abbassò in proporzione della differenza che vi era tra il livello del Mediterraneo e quello dell'Oceano. Abbassandosi il livello del primo, è possibile il caso che qualche parte più innalzata del suo fondo rimanesse scoperta.

La seconda maniera è se in una parte del continente vicina al mare succeda uno sprofondamento, e non vi sia alcun sostegno che impedisca al mare d'entrarvi. Imaginiamo che il suolo dell'Italia soggiaccia ad un grande avvallamento per cui non vi sia più una separazione tra l'Adriatico ed il Mediterraneo; le acque trovando questo nuovo spazio faranno una perdita nella loro altezza proporzionata all'acquisto che fanno nell'estensione.

La terza maniera è se si abbassa il fondo del mare: questo fenomeno, come ancora il precedente, può essere prodotto dalla rottura delle pareti superiori o sia delle volte di quelle cavità vicine al fondo del mare nelle quali si era raccolta una quantità considerabile di fluidi elastici, come si è già detto. Se il peso dell' acqua ha rotto in qualche luogo gli strati che separavano tali caverne dal fondo del mare, il fluido sarà accorso a riempirle, ed il suo livello si sarà abbassato in ragione della maggiore profondità e capacità delle caverne medesime. I terremoti possono avere contribuito ad aprire queste comunicazioni tra il fondo del mare e le grandi cavità vicine ad esso, mentre si debbe presumere che quelle stesse cagioni le quali in oggi producono questo terribile fenomeno, abbiano esistito ancora nel principio dopo la consolidazione del globo. Chè se il peso dell' acqua e l' azione dei terremoti non bastasse a produrre

l' effetto di cui si tratta, ne possiamo assegnare una terza cagione, desumendola dall' elasticità de' fluidi gassosi racchiusi in quelle caverne e che per qualche combinazione ricevano una straordinaria dilatazione: comprimendo allora le pareti che si oppongono alla loro espansione, le debbono rompere dove sono più deboli, cioè nelle volte, mentre nelle altre parti trovano la resistenza della massa terrestre.

Osservando la quantità de' volcani spenti ed attivi che sono in molte parti del continente, è naturale il pensare che questi abbiano avuta qualche influenza nel modificare il suo aspetto primitivo in molti siti, ed è certo che parecchie terre sono sortite dalle acque del mare per l' azione del fuoco. Le forti scosse ed i grandi terremoti che accompagnano la nascita di un volcano, han potuto far crollare le volte nelle cavità più vicine al fondo del mare che le ha riempite, il suo livello si è abbassato,

ed oltre quelle terre ch'erano divenute asciutte per l'attività volcanica, se ne sono scoperte delle altre pel ritiro del mare. Un'isola volcanica la quale sorga in mezzo al mare, ne debbe innalzare il livello in proporzione dello spazio che occupa il suo volume; ma se contemporaneamente il fondo del mare si rompa in qualche luogo, l'apparizione della nuova isola potrà essere accompagnata dall'abbassamento del livello delle acque secondo il rapporto che vi sarà tra lo spazio che l'acqua passa ad occupare e quello da cui l'acqua è stata discacciata. In oltre è stato ancora possibile il caso di qualche, dirò così, oscillazione nel livello del mare, e che questo dopo d'essersi abbassato siasi di bel nuovo innalzato. Supponiamo che per taluna delle cause di sopra assegnate il suo livello siasi abbassato per cento piedi, e che abbia ritenuta questa posizione qualche tempo, ma che di poi alcune montagne volcaniche siano sortite dal

mare occupando uno spazio o maggiore o eguale a quello in cui il mare prima si era ritirato, il livello si dovrà sollevare ad un' altezza o maggiore o eguale a quella da cui prima era disceso. Lo stesso effetto, d' innalzare cioè il livello del mare, può essere prodotto dal crollamento di una catena di monti la quale, posta fuori del mare, sia di poi andata a cadere nelle sue acque per l'effetto di qualche violenta commozione. Tutte le volte che il mare è entrato con impeto in qualche cavità sottoposta al suo fondo, l' urto prodotto nelle pareti debbe aver causato delle scosse le quali si saranno propagate alle parti del continente che sporgevano fuori dell' acqua, e se queste sono andate a cadere nel mare, i corpi organici terrestri si saranno uniti con i corpi organici marini. Tali alternative nel livello del mare possono essere prodotte ancora da un fenomeno che abbiamo già accennato, e che probabilmente più volte ha avuto

luogo sulla terra. In quell'epoca nella quale era chiuso lo stretto di Gibilterra, il Mediterraneo formava un lago separato dall' Oceano e le sue acque potevano avere un livello molto più elevato: cadde la montagna che formava la divisione tra questi due mari, ed il livello del Mediterraneo si dovè abbassare. Al NE. del Mediterraneo eravi un altro vasto mare le cui acque coprivano i luoghi ora occupati dal Mar Caspio, dal Mar Nero, dai paesi aggiacenti, ed aveva un livello più alto del Mediterraneo (V. pag. 102, Parte II). Le montagne del Bosforo tracio che formavano la separazione di questi due mari, crollarono (*), ed una massa immensa d'acqua scaricatasi nel Mediterraneo ne fece crescere di nuovo il livello.

(*) Le osservazioni del signor Olivier rendono molto verisimile l' opinione che l'apertura del Bosforo tracio sia stata una conseguenza delle convulsioni di un gran volcano situato presso l' imboccatura del canale, e di cui si riconoscono le materie eruttate in un'estensione di molte leghe.

Se mai il Bosforo tracio si fosse aperto prima dello stretto di Gibilterra, il livello del Mediterraneo si sarebbe prima innalzato e di poi abbassato. Chi sa quante volte si sono ripetuti questi fenomeni prima che i mari divenissero comunicanti e prima che il loro livello prendesse quello stato di riposo, almeno apparente, che ha presentemente? Dico apparente, poichè se vi sono de'cambiamenti, questi non sono sensibili in un periodo breve di tempo, nè sono accompagnati da convulsioni straordinarie. Forse il Mediterraneo, l'Adriatico ed i diversi golfi dell'Oceano si sono formati per molti ripetuti avvallamenti di qualche parte o della terra o del fondo del mare, o per essere cadute le montagne che ne formavano la separazione, ed in ciascuno di essi è restata scoperta qualche parte della superficie terrestre. Forse la gran catena delle montagne volcaniche dell'America è sortita in più volte fuori dell'Oceano, e l'apparizione

di ciascuna di quelle parti colossali del globo ha prodotto qualche cambiamento nel livello del mare, effetto il quale è stato comune ancora alla nascita di molte isole. Questi cataclismi del globo hanno preceduto di gran lunga gli annali della nostra storia la quale non risale che a pochi secoli: l'ultimo però, dopo il quale non si è più cambiata, almeno notabilmente, la faccia del nostro pianeta, non debb' essere di una data molto antica. Non è necessario l'imaginare che quest' ultimo cataclismo il quale ha determinato lo stato attuale della superficie terrestre sia stato generale sopra tutta la sua estensione: la rivoluzione che ha prodotto il suo stato in una parte, può avere influito sino ad un certo limite, ed in altre parti vi possono essere stati cataclismi diversi accaduti in epoche differenti. Allorchè dunque si dice che l'ultimo cataclismo non è molto antico, l'espressione *ultimo* si debbe riferire a quella parte del globo di

cui si tratta. Le conchiglie fossili che conservano i loro colori ed i ligamenti della cerniera; i residui di corpi organici o terrestri o marini, tanto indigeni quanto esotici, i quali si rinvengono negli strati superficiali ed in terreni mobili non ancora consolidati ed induriti; le deposizioni dei grandi fiumi, come del Nilo, del Reno, del Po, ecc., che hanno dovuto incominciare quando il loro corso ebbe principio, e delle quali si può calcolare il periodo con una plausibile approssimazione; le montagne tagliate a picco che ancora si veggono, non ostante che la gravità, le acque piovane e le influenze atmosferiche tendano sempre a livellare la superficie terrestre; le profondità de'laghi situati all'ingresso di catene di monti, e che ricevendo tutte le materie che le acque trasportano dall'interno delle valli, avrebbero dovuto riempirsi; ed altri fenomeni geologici dimostrano che quelle rivoluzioni le quali han determinato lo stato attuale del

nostro globo, non debbono risalire ad una grande antichità. L'illustre Dolomieu ha molto insistito su questo argomento nei suoi scritti; non sempre però si è servito di ragioni convincenti. Nel *Giornale delle Miniere*, n.° 9, v' è una sua lettera scritta all'Amministrazione delle Miniere, nella qual lettera rendendo conto delle Grotte di Arcy-sur-Cure e delle stalattiti che vi si formano con molta prontezza, soggiunge che questo genere di operazione risale necessariamente all' epoca nella quale il nostro globo, costituito presso a poco come lo veggiamo, fu abbandonato all'azione di tutte le cause che hanno la facoltà di agire sopra gli strati esterni della sua corteccia: se dunque quest' epoca fosse molto remota, come alcuni geologi la pretendono, da lungo tempo la formazione delle concrezioni avrebbe cessato in tutte le grotte le quali ne sarebbero restate ripiene, e tutte le cavità sotterranee nelle quali questa operazione ancora continua

(qualunque sia la loro capacità) sarebbero di già trasformate in miniere d'alabastro, simili a quelle che si scavano in molte montagne. Questo fenomeno che combina con molti altri fatti, confermava Dolomieu nella sua opinione sopra la piccola antichità che si può assegnare allo stato attuale de' nostri continenti; ed egli era sorpreso di non averne fatta prima l'applicazione, avendo avuto occasione di visitare un gran numero di grotte. Parmi però ch'egli avrebbe potuto risparmiare a sè stesso questo rimprovero sul riflesso che anche nello stato presente del globo si possono formare delle grotte e cavità sotterranee. Tra gli strati delle montagne calcarie sovente vi sono degli strati di materie terrose che possono essere mosse e trasportate dalle acque, le quali si aprano una strada e vi formino un vôto: un terremoto può far cadere una parte di una montagna e scompaginare le parti più vicine in modo che si rompa la loro continuità, ecc.

Le grotte sotterranee sono fenomeni locali così piccoli e dipendenti da tante combinazioni le quali possono avere o non avere luogo, che non mi pare doversi attribuire la loro formazione a quelle grandi cagioni che hanno determinato lo stato presente del globo. Vi sono in oltre delle grotte nelle quali non si ravvisa alcuna concrezione stalattitica alla cui formazione è necessario che le acque abbiano un passaggio per gli strati superiori della volta, e molte cause possono aprire questi passaggi, mentre altre cagioni li possono chiudere. *Calcolando* (dice con molto spirito al suo solito Ramond nella sua *Memoria sulla struttura delle montagne nella valle dell'Adur*) *il tempo ch'era necessario per riempire d'alabastro una caverna, bisognava calcolare ancora il tempo che si richiedeva per votarla: era d'uopo in oltre il determinare se le due operazioni si dovessero seguire così necessariamente che fosse impossibile di concepire qualunque intervallo*

fra loro. Ora chi vi è che non sappia che nel mondo inorganico gli avvenimenti si concatenano, non già secondo l'ordine de' tempi, ma secondo quello delle circostanze, e che nel corso uniforme de' secoli non vi è alcuna misura a cui si possa riferire l'azione capricciosa e condizionale delle cause che ora sospendono, ora affrettano la successione de' fatti di cui è composta la storia della terra?

Egualmente incerto è uno degli argomenti di De-Luc il quale ricorre alla poca quantità di terra vegetale che in alcune parti del globo forma la superficie delle pianure vestendole di un sottile strato. Meritano di essere considerate le riflessioni che su questo argomento ha fatto Saussure, benchè non fosse punto propenso ad accordare una grande antichità al globo, esaminando le pianure del Piemonte e della parte superiore della Lombardia, paese coltivato almeno da tre mila anni a questa parte, e nel quale appena si ravvisa in molti luoghi

un piede di terra vegetale che formi uno strato sopra i ciottoli, molti dei quali appartengono a rocce primigenie.

Da tutto ciò che si è detto, risulta che lo stato presente del nostro globo è stato determinato da una serie di cataclismi de' quali non è possibile il rintracciare il principio, e la cui storia conviene cercarla nella superficie della terra e nelle catene delle montagne. Per quello poi che risguarda lo stato futuro, il signor De-Luc ci libera da ogni timore, assicurandoci che i nostri continenti, benchè non sieno che una massa di rovine, pure rimangono stabili, perchè nell' avvallamento delle grandi masse le rovine si appoggiavano sempre sul fondo delle caverne in guisa che al fine di queste catastrofi le caverne sono state quasi riempite e non vi restano altri spazj liberi che quelli che producono i fenomeni dei volcani e de' terremoti. Desidero che si verifichi la predizione di questo

filosofo, che i nostri continenti non sieno più soggetti ad altri cambiamenti, che la specie umana abbia una sede stabile e fissa, e che più non si distruggano i frutti di tanti secoli di cultura e tante produzioni di arti e di scienze. Premesse queste considerazioni, esaminiamo l'ipotesi di Buffon. Egli suppone:

1.° Che il mare coprisse le cime delle montagne più elevate e che abbia qualche tempo soggiornato in quella situazione. Ciò lo considero non già come un'ipotesi, ma come una verità di fatto. È indubitabile che il mare sia giunto all'altezza di dodici in tredici mila piedi sopra il suo livello attuale, e parmi di avere dimostrato che non vi giunse per una rivoluzione passeggiera.

2.° Che il fondo del mare siasi abbassato per lo sprofondamento delle caverne. Questa è un'ipotesi, ma assai meno inverisimile delle altre prodotte per ispiegare il traslocamento de'mari, e rende una ragione plausibile del

fenomeno, specialmente se si combini colle altre cagioni esposte di sopra e che potevano produrre de' cambiamenti nel livello del mare. È certo che questo è stato almeno dodici in tredici mila piedi più elevato di quello che è al presente. Se vogliamo supporre che allora avesse lo stesso fondo, saremo imbarazzati nello spiegare la diminuzione di una massa così immensa d'acqua: è necessario dunque l' ammettere una di queste due ipotesi, cioè o che il fondo del mare è stato sollevato e portato fuori della superficie delle acque sino a quell' altezza, o che il fondo medesimo si è rotto in molti siti ed il livello dell' acqua si è andato abbassando: la prima ipotesi ripugna a tutte le forze conosciute della natura; la seconda combina colle medesime ed è fondata sull' esistenza delle caverne.

3.° Che il globo fornito una volta di una temperatura più calda siasi lentamente raffreddato. Ogni qual volta il calore ed il raffreddamento del

globo si concepiscano, non già come si è supposto da Buffon, ma come si è proposto nel capitolo III, parmi che questa ipotesi non ripugni ad alcun principio ricevuto della Fisica. In quel periodo pertanto di tempo, nel quale un calore maggiore prodotto dal calore interno del globo modificava la temperatura de' climi dipendente dalla loro latitudine e ne faceva svanire la differenza, molti esseri organici potevano esistere in alcuni luoghi i quali, cessata questa modificazione, sono divenuti più freddi. Forse non è nemmeno inverisimile che nella massa solare, la quale forma il centro del nostro sistema, sia seguita qualche diminuzione, come si sono osservati de' cangiamenti nella luce di alcune stelle. Alcuni autori, paragonando le misure del diametro solare date dal Flamsteedio e dal Cassini con quelle che si sono prese dagli astronomi recenti, hanno pensato che nello spazio poco maggiore di un secolo vi sia stata nella massa del

sole una diminuzione di una centonovantesima parte la quale è stata calcolata di 1681 leghe (V. *La-Metrie*, tomo V, pag. 399). Una intensità maggiore di raggi solari avrebbe potuto dare ai climi in oggi freddi una temperatura più calda. Tale differenza però si debbe attribuire ad una maggiore perfezione de' nostri istromenti.

4.° Che diverse specie di animali abbiano a poco a poco emigrato, abbandonando le regioni che divenivano più fredde per passare ad abitare quelle de' tropici, dove il calore più attivo del sole manteneva nel globo una temperatura più conveniente alla loro organizzazione. Non mi sembra potersi ammettere questa opinione di una lenta emigrazione degli elefanti e de' rinoceronti. I grandi quadrupedi non esistono più nelle nostre contrade, perchè le loro specie sono state distrutte dall' uomo a cui toglievano ogni mezzo di sussistenza. Quest' emigrazione in oltre è distrutta dalla presenza de' corpi marini che

accompagnano i residui di animali terrestri. Tale unione dimostra che quella stessa rivoluzione la quale ha prodotto il movimento del mare, ha contribuito ancora a seppellire le ossa degli elefanti e de' rinoceronti. Se questi animali avessero emigrato lentamente, le ossa di quelli che fossero morti o prima dell' emigrazione o durante il viaggio, si troverebbero sepolte negli strati terrosi senz' alcuna mescolanza di sostanze marine. Dove i residui de' corpi organici terrestri e marini sono uniti e confusi insieme, è forza il dire che vi è stato qualche grande cataclismo il quale abbia mescolati insieme corpi organici destinati dalla natura a vivere separati. Seguendo l' ipotesi che abbiamo proposto, ciò può essere accaduto in diversi modi. Il primo è se sono crollate alcune caverne sottoposte al fondo del mare: in questo caso la sua superficie si sarà ristretta, le acque saranno passate ad un sito più basso e si saranno ritirate da qualche parte

del continente. Questo fenomeno non ha potuto accadere senza una scossa notabile alle parti vicine del continente, in guisa che è molto probabile il caso che qualche montagna vicina al mare ne sia stata commossa ed agitata con tanta forza che sia andata a cadere nelle sue acque, trasportando seco tutto ciò che vegetava e viveva nella sua superficie. Il secondo caso è se le caverne che si suppongono crollate erano sotto qualche parte asciutta del continente, ma poco distante dal mare: allora questo sarà passato ad occupare il nuovo sito, la sua superficie sarà divenuta maggiore, ma la profondità proporzionatamente minore, e molti bassi fondi saranno restati scoperti. In questo caso l'estensione terrestre che si è sprofondata, sarà caduta nel mare trasportando seco tutto ciò che vi era nella superficie. Imaginiamo che nel fondo dell'Adriatico in qualche parte succeda un grande avvallamento: Venezia e la sua laguna rimarrà unita

al continente; il livello del mare si abbasserà; tutto ciò che non ha potuto seguire il ritiro violento delle acque, rimarrà in secco mescolato al fango e si unirà alle sostanze terrestri: la scossa che accompagnerà questo fenomeno farà crollare le isole, e propagandosi alle parti del continente più vicine al mare, produrrà la caduta di molte. Chè se poi questo grande avvallamento succeda, non già nel fondo dell'Adriatico, ma sotto il suolo di quella parte dell'Italia che è compresa tra le Alpi ed il mare, in modo che ne risulti uno sprofondamento più basso del livello dell'Adriatico, il mare vi entrerà con impeto, e diffondendosi in un letto più spazioso, il suo livello si abbasserà e le rovine della parte crollata rimarranno coperte dalle acque. In ciascuno di questi due casi le sostanze terrestri si debbono mescolare colle marine, e se per qualche altra simile rivoluzione il mare si ritiri un giorno da quel sito, si vedrà quella strana mescolanza

la quale sola ci potrà far conoscere la singolare alternativa del mare e della terra in una stessa contrada. In tal guisa parmi che si possa in qualche modo spiegare il fenomeno dell' unione de' residui di corpi organici terrestri e marini in uno stesso luogo, quando quei fossili sono mescolati, dirò così, tumultuariamente e senz' alcun ordine nelle contrade o colline dette di trasporto: tale spiegazione però non si può ammettere allorquando si tratta di una distribuzione regolare e di un' alternativa di strati, come sarebbe se si trattasse di que' fossili che si trovano ne' contorni di Parigi e che sono distribuiti nel modo che abbiamo accennato di sopra: allora conviene ammettere che il mare ora ha coperto ed ora ha abbandonato una stessa contrada, fenomeno di cui se le storie non ci hanno trasmesso alcuna notizia, non possiamo dubitare pei fatti geologici che l'attestano, e ne abbiamo indicata la possibilità.

Finirò questo capitolo osservando che, secondo il parere di alcuni geologi, non si può fondare sopra i residui de' corpi organici fossili alcuna opinione relativa ai cambiamenti di temperatura seguíti nel globo, perchè que' residui sembrano appartenere a specie diverse da quelle che noi conosciamo; e basta che un animale o una pianta differisca sensibilmente per la sua specie da un altro animale o da un'altra pianta, per rendere equivoca qualunque congettura si voglia fare sul clima conveniente alla sua organizzazione. Lo zebra ed il cavallo sono due animali talmente simili che, se i loro scheletri si confrontino, quello dello zebra si prenderà per lo scheletro di un cavallo giovane; e pure basta la differenza della specie per rendere questi due animali proprj di climi molto diversi. Il cavallo si è familiarizzato a tutti i climi; lo zebra si propaga nel Capo di Buona Speranza e nel mezzo giorno dell'Affrica. La maggior parte delle ossa

fossili di quadrupedi sembrano appartenere ad animali di specie diverse da quelle che ora si conoscono, benchè abbiano qualche grado di somiglianza con quelle che presentemente esistono in climi diversi. Essendo dunque questi animali di una specie diversa, potevano vivere e propagare nei nostri climi, e se ora più non vi esistono, non è già perchè siasi cambiata la temperatura, ma perchè le loro specie si sono perdute. Abbiamo però già detto non essere ancora decisa la questione se tutte le specie de' corpi organici di cui troviamo le vestigia, sieno distrutte, e benchè ciò si ammetta per alcune, sussisterebbe sempre la difficoltà per quelle specie di fossili i cui tipi si rinvengono solo in climi diversi, ciò che sembra posto fuori di dubbio per alcuni corpi organici marini e sopra i quali non può cadere il sospetto che le loro specie sieno state distrutte dall' uomo.

CAPITOLO VIII.

DE' VOLCANI.

Molti geologi hanno attribuito ai volcani una grande influenza in quegli sconvolgimenti che si osservano nella superficie del globo; se però si misuri la sfera dell' attività di un volcano sopra i fenomeni de' quali esso è cagione, sembra assai limitata e che si restringa a distanze molto piccole in confronto alla superficie terrestre. I volcani hanno infuriato nell' Italia molto prima della fondazione di Roma, come lo dimostrano i grandi crateri, ora cangiati nei laghi di Albano, di Nemi, ecc., e pure gli Apennini di Monte Fortino, di Segni, di Norma, di Cora, ecc. che erano vicinissimi ad essi non mostrano alcuno sconvolgimento. Sopra un ramo avanzato dell'Apennino si formò un giorno il volcano della Rocca Monfina, e non produsse altro effetto che quello di coprirne colle sue materie una parte.

Il monte Massico, celebre più pei versi d' Orazio che pei suoi vini, è l'ultima estremità calcaria di questo ramo, la quale non è restata coperta dalle materie volcaniche, ed in essa non si ravvisa alcun disordine (*). La base

(*) Alcuni naturalisti hanno scritto che il monte Massico è un volcano spento. Forse sono stati indótti in questo errore o dalle materie volcaniche le quali ne cuoprono la base o dalla figura conica che presenta la montagna osservata di profilo e' da lontano: l' ho esaminata in tutti gli aspetti anche dalla parte del mare dove sono le rovine dell'antica Sinuvessa, ed ho osservato che la medesima è calcaria in tutta la sua massa, ed appartiene all'Apennino da cui è restata distaccata per l' eruzione del volcano della Rocca Montina. Non conosco alcun autore che abbia parlato di questo volcano prima o dopo di me, ed è singolare che una contrada così interessante per la litologia volcanica e situata così vicino alla strada postale di Napoli, ancora, per quanto mi è noto, non abbia meritato le visite de' naturalisti che in sì gran folla si recano a Napoli. Nel viaggio che ho fatto in quelle montagne nel 1796 e di cui resi conto sì nella *Topografia fisica della Campania* come ne' *Viaggi fisici e litologici*, fui moltissimo incomodato dalle frequenti piogge le quali m' impedirono di visitare parecchi luoghi e di verificare la congettura che feci sulla posizione del cratere principale, come lo accennai nella *Carta fisica generale della Campania.* Le

del Vesuvio si confonde con quella de' monti di Castellamare, nei quali non vi è alcuna irregolarità maggiore di quella che suole essere negli altri monti calcarei lontanissimi dai volcani, e presso ad una contrada la quale da tempo immemorabile è stata agitata da questi, giace l'isola calcaria di Capri, le cui elevate cime non presentano alcuno sconvolgimento particolare che si possa attribuire al volcano che gli è vicinissimo. Se però i volcani non hanno influito nel determinare lo stato presente della superficie terrestre, non si può negare che abbiano prodotto de' cambiamenti nei luoghi i quali ne sono stati i teatri: così, per addurre qualche esempio, è molto probabile l'opinione di

---

mie occupazioni non mi permisero di ritornarvi, e desidero che qualche persona intelligente e conoscitrice della Storia naturale vi si rechi e verifichi le mie osservazioni, correggendo gli errori che avrò commesso, ed aggiungendo tutto ciò che mi è sfuggito e che ora si conosce in grazia de' progressi che ha fatto la scienza dopo quell' epoca.

Pallas che l'antica comunicazione del continente europeo coll' americano formata da una continuazione di terreni molto elevati, fosse rotta verso il polo settentrionale per l'effetto delle operazioni de' volcani, de' quali le isole Ebridi, le Orcadi, le isole di Feroe e l'Islanda sembrano indicare le tracce; ed è assai verisimile che le convulsioni volcaniche abbiano contribuito a produrre la sommersione dell'Atlantide, come abbiamo già detto. La considerazione in oltre dei fenomeni volcanici interessa molto la geologia, mentre sono le operazioni più grandiose che possiamo sottoporre ai nostri sensi e dalle quali ci è lecito il dedurre le conseguenze più plausibili. Se l'esperienze e le osservazioni debbono guidare i nostri raziocinj, non è certo possibile il vedere esperienze più grandiose di quelle che ci presentano i volcani, e se non possiamo penetrare in quei laboratorj ed assistere ai processi di quelle sorprendenti operazioni,

possiamo almeno studiarne i prodotti ed osservare i fenomeni che ne accompagnano la formazione.

Le principali operazioni de' volcani si possono ridurre a tre, cioè esalazioni di vapori, getti di materie incoerenti, eruzioni di lave (*). La prima operazione è quella de' volcani attivi, ma nel loro stato di tranquillità. Vedesi allora dal loro fondo o dalle fenditure che sono nelle pareti interne e talora anche esterne del cratere, sollevarsi delle masse di vapori i quali uniti insieme ingombrano tutta la capacità dell'imbuto (**),

(*) Domando indulgenza al leggitore se in questo capitolo dovrò qualche volta ripetere ciò che ho stampato in altra occasione.

(**) L' imbuto de' volcani è il cratere interno o cono rovescio. Un monte ignivomo ha la figura di un cono dritto, troncato ad una certa distanza dalla base, in modo che questa è molto più estesa della cima o sia del vertice: questo cono troncato dicesi cratere esterno. Allorquando però si giunge alla sua cima, si trova una cavità di forma conica, larga da principio e che si restringe verso il fondo: questa chiamasi l'imbuto o cono rovescio o cratere interno. Nei volcani spenti molto antichi il cratere interno talora si

e sollevandosi in alto con un moto vorticoso si diffondono nell' aria. Tali vapori contengono comunemente qualche acido: quei dell' Etna abbondano di acido solforoso; quei del Vesuvio di acido muriatico, come si riconosce dall' odore di cedro e dal colore bianco che prendono umettandosi col respiro o mescolandosi coi vapori acquosi dell' atmosfera. Sembra che Spallanzani siasi ingannato allorchè nel *Viaggio alle due Sicilie* scrisse che trovandosi sopra il Vesuvio all' improvviso fu inviluppato da un vortice di fumo carico di vapori sulfurei. Tale errore è stato comune alla maggior parte de' naturalisti i quali trattando del Vesuvio parlano di vapori di solfo.

è cangiato in lago, e talora, riempito dalle materie che sono cadute dalle pareti, si è trasformato in una pianura. Le sommità de' volcani attivi sono soggette a continue variazioni, s' innalzano per le materie che gettate in alto cadono sopra gli orli e vi si arrestano, si abbassano per le materie che se ne distaccano. Le grandi eruzioni fanno sempre variare lo stato del cratere.

Il fumo del Vesuvio non è privo del tutto di una piccola dose di solfo, di cui una parte si precipita in forma di solfo, mentre l'altra, ossigenandosi per la sua mescolanza coll' aria atmosferica, si trasforma in acido solforoso: l' acido però predominante nei vapori del Vesuvio, tutte le volte che ho visitato da vicino questo volcano, ho riconosciuto essere l'acido muriatico.

Oltre gli acidi liberi, sovente nei vapori de' volcani vi sono delle sostanze saline. Presso la fenditura di una lava ancora fumante del Vesuvio, il signor Thomson trovò una massa solida, compatta, di un colore cenerino verdognolo che si sciolse interamente nell'acqua, ed avendola fatta svaporare sino alla cristallizzazione riconobbe essere un solfato di potassa. Dolomieu asserisce di avere raccolto in molte correnti di lave dell' Etna l'alcali minerale (carbonato di soda) sublimato sotto la crosta delle scorie. Frequenti ancora sono nel Vesuvio i

muriati di soda e di ammoniaca, e nell' eruzione del 1794 vi fu una copiosa produzione di questi due sali. Allorchè si osserva l'abbondanza delle materie saline nei vapori de' volcani, non reca sorpresa il vedere la loro quantità anche nelle sostanze prodotte dai medesimi. Klaproth ha trovata la potassa nel ferro ottaedro volcanico; la soda poi nella quantità dell' 8 per cento nella lava petroselciosa della rocca Sanadoir in Auvergna, e nella dose di 61, 60 per cento nei prismi basaltici di Hagenberg in Boemia: Kennedy ha scoperto la soda nei basalti di Staffa nella quantità di 4 per cento, come ancora nella lava dell' Etna del 1669: lo stesso Kennedy ha trovata la potassa nelle pomici. Il pechstein del Cantal contiene la soda; nella pietra alluminosa della Tolfa che secondo tutte le apparenze è una lava decomposta, vi è la potassa, e quest' alcali ancora si rinviene negli amfigeni e nelle lave che li racchiudono. Nell'analcime

della contrada volcanizzata di Montecchio maggiore vi è la soda dal 4, 5 sino al 14 per cento, secondo Vauquelin il quale nella sciabasia ancora ha trovato la soda mescolata colla potassa nella dose di 9 a 10 per cento, e la potassa nella quantità dell' 11 per cento in quel fossile, trovato sin ad ora solo nelle contrade volcaniche, al quale io aveva dato il nome di *lazulite* che dal signor professore Gismondi di Roma fu denominato *lazialite*, e finalmente è stato chiamato *hauyna* in omaggio dell'illustre autore così benemerito della mineralogia. Sopra alcuni tufi volcanici e parecchie correnti di lave de'Campi Flegrei ho veduto sbucciare in forma di efflorescenza ora il muriato ora il carbonato di soda anche in luoghi molto distanti dal mare. Allorchè il signor Klaproth (V. le *Memorie di chimica* contenenti le analisi de' minerali fatte dal signor Klaproth tomo, 1.° pag. 287), avendo fatta l' analisi dell' allume che fiorisce

sulle pareti della grotta di Miseno, ed in mille parti avendovi trovato 470 di allume formato dalla natura, giustamente propose la questione: *D' onde la natura prenda in quella grotta composta di tufo volcanico, e nella quale non può aver luogo la vegetazione, la quantità d' alcali-vegetale necessaria alla formazione dell' allume?* non si conosceva ancora in quale abbondanza la potassa esista nelle pomici ed in altre produzioni volcaniche. La grotta di Miseno è scavata in un tufo volcanico fragile, composto di frammenti di scorie, di lave, e principalmente di pomici, ed in quel luogo vi è un lento, ma perenne sviluppo di gas idrogeno solforato che diffondendosi nell' atmosfera è l' origine dell' acido solforico il quale si combina coll' allumina e colla potassa delle materie volcaniche. Al fine della suddetta analisi il signor Klaproth espone una sua congettura che anche nell' allume del semispento volcano della Solfatara vi sia la potassa. Egli

sospettò così perchè in un opuscolo che stampai in Napoli nel 1792, e che il signor Klaproth mi fa l' onore di citare, parlando dell' allume della Solfatara, non dissi che vi fosse la necessità di adoprare la potassa per farlo cristallizzare. Quel mio scritto non aveva altro oggetto che di dare la descrizione di quel luogo così singolare e de' suoi prodotti, e solo per incidenza in una nota parlai della manifattura di allume senza entrare in alcuna particolarità. Siccome però veggo che il mio silenzio ha dato causa ad un' opinione equivoca, così debbo avvertire che nel principio di quei lavori non mi era possibile di avere l'allume cristallizzato, ma dopo la concentrazione regolare delle liscive otteneva sempre un magma salino grasso ed untuoso al tatto, ciò che da me si attribuiva, secondo l' idea che allora regnava di Bergman, ad un eccesso di acido il quale impedisse la cristallizzazione. Per liberarne il fluido introdussi l' uso della lisciva

dei saponaj, e talora, per economia, dell' orina putrefatta, come si pratica in molte fabbriche di quel genere. Col primo mezzo s' introduceva nell'allume la potassa; col secondo l' ammoniaca. La bella scoperta del signor Vauquelin sulla vera natura dell' allume, non si conobbe che nell' anno V (1797-1798), ed il primo annunzio se ne diede nel *Ciornale delle Miniere*, n.° 28, pag. 320.

Ho sempre considerato le materie saline contenute nei prodotti e nei vapori dei volcani come sostanze formate per mezzo di combinazioni chimiche le quali succedano in quelli immensi laboratorj: ma la nuova dottrina di Davy può far nascere il sospetto che il potàssio, il sodio ecc. s'incontrino nelle sostanze sulle quali agisce il fuoco del volcano, che volatilizzati si uniscano ai vapori, ed ossigenandosi col contatto dell'atmosfera o con qualche altro ancora sconosciuto processo, si combinino

con gli acidi e colle altre materie che incontrano. La presenza delle sostanze alcaline nel regno fossile e nei prodotti de' volcani è una delle belle scoperte della moderna chimica, e la loro origine è un problema di cui essa non ha data ancora la soluzione.

I vapori de' volcani hanno la proprietà di sciogliere la terra silicea. Hamilton trovò nella lava del Vesuvio del 1767 de' piccoli globetti silicei simili alle perle pel colore e per la forma: Thomson presso la bocca da cui sortì la lava dello stesso volcano nel 1794, rinvenne delle masse di sabbie volcaniche unite da un cemento siliceo che ne copriva ancora la superficie, ed in alcuni luoghi formava alcune piccole stalattiti perlacee: Cronstedt parla di simili stalattiti silicee dell' isola dell'Ascensione, e le descrive *scoriæ constantes globulis vitreis conglomeratis*; e tale sembra anche l'origine delle stalattiti silicee della montagna di Santa Fiora, di quelle

dell' isola d'Ischia (*) e delle croste silicee, simili al pechstein, della Solfatara di Pozzuolo, giacchè non si può dubitare della natura volcanica di tutti quei luoghi. L'albo-opalo dei Colli euganei è ancora una stalattite silicea formata nei vôti ed in alcune fenditure di lave di quella contrada.

Nella denominazione di vapori volcanici possiamo comprendere ancora quell'esalazioni mefitiche passeggiere che compariscono in diversi siti vicini al volcano, specialmente in occasione di grandi eruzioni. Ho esaminato le mofete che si formarono in alcuni luoghi vicini al Vesuvio nell' eruzione del 1794, e le ho trovate composte di gas acido carbonico e di gas azoto con qualche mescolanza di

(*) Tra queste ne ho trovato delle bellissime, dure, compatte e di apparenza quarzosa che formavano delle rilegature silicee le quali univano insieme alcune congerie di piccole pomici. Sembrava che una sostanza fluida silicea si fosse diffusa tra loro, e dove si era raccolta in maggiore abbondanza, aveva formato delle masse di quarzo latteo.

acido zolforico, la cui presenza era dimostrata dalla barite che si precipitava dalla sua dissoluzione nell'acido muriatico. Queste emanazioni mefitiche distruggono ogni germe di vegetazione nei luoghi che invadono: è opinione però comune che le piante degli olivi e delle pera si sottraggano alla loro micidiale influenza, ciò che sarebbe un fenomeno curioso della fisica vegetale.

I getti di materie incoerenti, alcune volte placidi, lenti e continuati, altre volte violenti e tumultuosi, formano la seconda operazione de' volcani. Questi alcune volte sono in uno stato di azione, dirò così, moderata, nella quale slanciano fuori del cratere alcune masse di materie pietrose e terrose distaccate che, ricadendo in gran parte nella voragine stessa da cui erano state slanciate, sono di bel nuovo respinte. Tali getti che nella notte si veggono infiammati, si succedono con una somma irregolarità, e sovente con tale frequenza che le

pietre di una gettata sortono fuori della bocca, mentre quelle lanciate nella precedente sono ancora nell' aria e nel momento in cui discendono. L'altezza alla quale in questo caso s'innalzano le pietre, non suole essere molto grande: altre volte però questi getti di materie incoerenti divengono assai voluminosi. Nella famosa eruzione del Vesuvio del 1794, cessato che fu lo sgorgo della lava dai fianchi del volcano, incominciarono le eruzioni di materie distaccate dal vertice, le quali proseguirono senza interruzione per molti giorni. Ad ogn'istante si vedeva sortire dalla bocca del cratere una massa così smisurata di pietre e di materie terrose che ne riempiva tutto lo spazio, benchè fosse di un miglio di perimetro, s'innalzava ad una grande altezza, e dilatandosi nell' aria formava un' altra montagna che compariva più grande di quella da cui sortiva. In queste eruzioni abbondano le materie terrose polverose, dette impropriamente ceneri,

che dalla forza de' venti sono trasportate a distanze anche notabili. Talvolta però l' esplosioni di materie incoerenti sono isolate e formano una sola grande eruzione: in vece di subentrare l'una all'altra, si vede una colonna immensa e di un diametro eguale a quello della bocca del volcano sollevarsi in aria, innalzarsi ad una grande altezza (*) e dilatarsi quindi nel vertice, prendendo la forma d' un albero di pino così bene descritta da Plinio il giovane nella sua lettera a Tacito sulla morte del suo zio. Allorchè la forza di gravità prevale sopra quella dell' impulso

(*) Braccini, nella *Relazione dell' eruzione del Vesuvio*, *del* 1631, dice che l'altezza della colonna la quale sortiva fuori della bocca del volcano, presa da Napoli con un quarto di circolo, oltrepassava le trenta miglia. Sembra però che qualche errore sia scorso in quell'osservazione, e ne abbia reso il prodotto maggiore del giusto. Il P. della Torre nella *Storia del Vesuvio* narra che nel gagliardissimo incendio del 20 gennajo 1755 avendo misurato il tempo che i sassi slanciati spendevano in ricadere, lo trovò di 8", dal che concluse ch' erano saliti all' altezza di 956 piedi parigini.

comunicato dal volcano, quella immensa aggregazione di materie si scarica o sulla montagna medesima o sopra quei siti ai quali è stata trasportata dalla forza dei venti. La quantità di materia che in tali occasioni può sortire da un volcano, eccede ogni immaginazione. Benchè il Vesuvio sia forse il bambino dei volcani, pure nella eruzione che seguì ai tempi di Tito, vomitò una quantità sì grande di materie distaccate che bastarono a seppellire le due città di Ercolano e di Pompeja, e coprirle in alcuni luoghi sino ad altezze maggiori di cento piedi. I fulmini sovente serpeggiano entro queste enormi e terribili masse le quali sono composte di pomici, scorie, ceneri e pezzi di lave rotte ed infrante, e che rimanendo equilibrate nell'aria per trenta e quaranta minuti, sostenute dalla nuova materia che segue a vomitare il volcano, e formando una sola smisurata massa, oscurano l'orizzonte e minacciano la distruzione e la morte

alle vicine popolazioni. Tra le pietre cadute in queste circostanze, se ne sono talora trovate alcune alle quali si è dato il nome di bombe del Vesuvio, per la loro forma o sferica o il più sovente ellittica. Se queste si rompano, si riconosce che sono pezzi distaccati di antiche lave le quali essendo state fuse di nuovo nella superficie, hanno ricevuta quella forma per una collisione reciproca e per replicati urti con altre pietre colle quali sono state agitate mentre erano ancora molli.

La terza operazione de' volcani è quella di formare delle correnti di lave. Nell'interno del volcano come in un immenso crogiuolo succedono talora delle fusioni di sostanze terrose e pietrose, le quali acquistano quel grado di fluidità che conviene presso a poco ad un metallo fuso. Queste masse fluide sono soggette a gradi tali di rigonfiamento prodotto dallo sviluppo dei gas, che qualche volta s'innalzano sino agli orli del

cratere, e ne scorrono per le sue parti più basse: il più sovente però, agitate da un moto intestino, rompono le pareti della cavità in cui si sono formate, le corrodono comunicando ad esse la propria fusione, e sortono per quella parte della montagna che corrisponde alla cavità medesima che talvolta è situata lungi dal cratere. Quando queste eruzioni di lave sono molto copiose, sono precedute o accompagnate da fenomeni spaventevoli, come muggiti sotterranei, terremoti, ecc. (*). Le lave scorrono colle leggi de' fluidi, riempiono le valli che incontrano nel loro passaggio e si diffondono equabilmente nella pianura, ponendosi ad uno stesso livello. La

(*) Il signor Patrin nell' articolo *Volcani* del *Nuovo dizionario di Storia naturale applicata alle arti*, asserisce che le lave incominciano a sortire dopo le materie polverose: ciò generalmente non si verifica, poichè il fenomeno dell' eruzione di lave non soggiace ad una regola fissa. Nella eruzione del Vesuvio del 1794, i getti di materie incoerenti dalla bocca incominciarono quando cessò di sortire la lava che fu la prima operazione violenta del volcano.

loro superficie si consolida al contatto dell'aria, ed è ingombrata di scorie, cioè delle parti più porose e leggiere della lava medesima, la quale sotto le scorie consolidate progredisce sempre ravvolgendosi sopra sè stessa e spinta dalla nuova materia che somministra il volcano: quindi la velocità colla quale cammina una lava, dipende da tre elementi; dalla sua fluidità, dalla pendenza del suolo, e dall'urto che riceve dalla nuova materia che sorte dalla fornace. Alla pag. 196, Parte I, si sono date le dimensioni di due lave del Vesuvio, cioè d'uno de'più piccoli volcani: si deduca da quelle la grandezza delle masse che possono sortire dall'Etna e molto più dai volcani d'America. Allorchè una lava si raffredda, forma una sostanza pietrosa, dura, sonora, compatta, di colore il più sovente nerastro o grigio, di grana ora terrosa, ora cristallizzata secondo le combinazioni della fusione e del raffreddamento, ed in questa sostanza come in una pasta

si veggono inviluppate alcune materie estranee, come pirosseni, amfiboli, olivini, miche, amfigeni, ecc. ecc. Le parti superiori ed inferiori delle correnti di lava sogliono essere più abbondanti di pori, mentre la parte centrale è compatta. Questa però non è una regola generale, poichè vi sono delle lave che nella maggior parte della loro massa presentano una pasta compatta ed unita, ed altre nelle quali lo sviluppo dei gas è stato più abbondante, hanno le parti più interne seminate di pori: questi ordinariamente hanno la forma ellittica, e si è osservato che il loro asse maggiore coincide colla direzione nella quale la lava ha corso.

Questa produzione di una roccia compatta pietrosa, formata da una sostanza fluida e fusa, ha molto imbarazzato quei naturalisti che vogliono ripetere la spiegazione di tutti i fenomeni geologici e la produzione delle diverse rocce del globo dalle precipitazioni e cristallizzazioni

accadute nell' acqua, non riflettendo che, senza ricorrere ai volcani, abbiamo parecchi esempj di sostanze pietrose prodotte per l'azione del fuoco. Sino dal 1791, mentre dimorava in Napoli, ricevei da Palermo una cassa contenente molte vetrificazioni che si producono nei forni delle Calcare di san Martino, delle quali aveva parlato il signor Borck (*) nella *Litologia siciliana*, stampata in Roma, e sino dal 1778 le aveva giustamente paragonate alle lave de' volcani. Alcune di quelle vetrificazioni sono nello stato di smalto; altre presentano delle parti raggiate e configurate in forma di stelle: in qualche saggio le stelle ed i loro raggi si moltiplicano e si confondono in modo che la sostanza perde ogni apparenza di smalto e prende i caratteri esterni della pietra. Molto variati ancora sono i colori che si osservano in quei saggi, alcuni dei

(*) Quelli che fossero disposti a criticare quell' opera, riflettano all' epoca nella quale fu scritta, cioè nell' infanzia della mineralogia.

quali sono grigi, altri verdi, altri neri ed altri di un colore turchino così cupo ed uniforme che si possono paragonare ai noti basalti turchini del Vicentino, e talora sono stati sostituiti al lapislazzuli in qualche lavoro. Alcuni anni dopo, simili osservazioni sono state fatte dal signor cavaliere Amoretti sul vetro che si ottiene dalla fusione del trappo presso il Lago Verbano. I saggi però più belli in questo genere si possono avere nella fornace di vetro de' signori Venini presso Varenna sul lago di Como. Nel fondo de' loro crogiuoli, allorchè questi si sono raffreddati lentamente, si trova che la superficie del vetro che vi era restato, ha incominciato a cristallizzarsi in forma raggiata; che tale cristallizzazione a poco a poco è andata crescendo prima nella superficie, e di poi si è propagata nelle parti interne, moltiplicandosi i centri di attrazione e formandosi una stella intorno ad ogni centro. Alcune volte la massa del vetro sino alla profondità

di un pollice e più si è trasformata in una sostanza di un aspetto nitido come il calcedonio, di tessitura fibrosa, perfettamente opaca e del tutto simile ad una pietra. Lo stesso fenomeno si ripete in alcune lastre di vetri per le finestre lasciate per lungo tempo nel forno (*). Finalmente le belle esperienze fatte dal signor James Hall, riferite nella *Biblioteca Britannica*, vol. XIV, pongono fuori di dubbio questa verità che coll'azione del fuoco si possono avere delle vere pietre. Tra queste ne riporterò soltanto una che merita una particolare riflessione e che ha molta analogia colle altre accennate alla pag. 249, Parte I. Egli fece fondere a fuoco di riverbero il winstone (pietra che ha molta somiglianza al basalte ed al trappo), ed avendolo mantenuto caldo

(*) Alle sostanze pietrose prodotte da una modificazione del vetro sono stati dati parecchi nomi. Il signor Thomson le chiamò *glastein* o sia pietra di vetro; altri le hanno denominate *vitriti*, ed altri finalmente *cristalliti*.

ore, lo fece raffreddare lenne ottenne una sostanza
vetro, di una tessitura
,tone, di frattura ru-
a, cristallina, con molte
illanti sparse in tutta la
iò che formava una grana
zzata, la quale era più ap-
.te nelle cavità prodotte dall'e-
izione, le pareti delle quali erano
.ppezzate da piccoli cristalli. Il prodotto generale ottenuto da Hall nelle sue esperienze fu che con un'azione di fuoco forte e continuata per qualche tempo e con un raffreddamento lento si produce una sostanza la quale ha tutti i caratteri della pietra; al contrario si ha una massa vetrosa se il raffreddamento è pronto e se l'azione del fuoco non è molto prolungata.

Le esperienze fatte nei crogiuoli ordinarj e sopra piccole quantità dal signor Hall, sono state ripetute dal signor Gregorio Watt nel 1804 sopra una scala molto più grande per mezzo

di un forno di riverbero di cui egli poteva disporre in una fonderia di ferro, e furono pubblicate in tre estratti nella *Biblioteca Britannica*, volume XXX. I principali fenomeni osservati da questo dotto fisico in una massa lunga piedi 5 $^1/_2$, larga 2 $^1/_2$ ed alta 4 pollici in un'estremità, 18 nell'altra, ch'egli ricavò dalla fusione di quel basalte a cui Kirwan diede il nome di *ferrilite*, furono i seguenti:

1.° Avendo fatto raffreddare prontamente una porzione della massa fluida, ne ottenne un vetro nel quale però si osservava una tendenza ad una certa particolare disposizione, ravvisandovisi molti piccoli globetti quasi sferici, disseminati in gran numero, i quali in alcuni luoghi si aggruppavano insieme, e dove era seguita la loro unione, si formava una massa omogenea, la cui grana non somigliava nè al vetro nè al basalte, ma ad alcune varietà di diaspro.

2.° Se il raffreddamento era lento, la materia prendeva una tessitura più pietrosa, si formavano delle sferoidi alquanto distanti le une dalle altre che talora avevano due pollici di diametro, raggiate, in fibre distinte come l' ematite. Se due sferoidi vicine venivano a toccarsi, le loro fibre non si confondevano, e sembravano reciprocamente impenetrabili, come se le loro superficie si fossero respinte e compresse: nel limite della separazione non vi era quasi aderenza, e se una di queste sfere era circondata da altre, la sua figura si modificava in un poliedro irregolare.

3.° Continuando nel raffreddamento la temperatura favorevole alla disposizione delle molecole, svaniva la tessitura fibrosa, la quale diveniva prima compatta, tenace, omogenea, e di poi granellata, e la massa intera era traversata da fine lamine cristalline che s' incrociavano in tutt' i sensi, e formavano de' piccoli cristalli che, osservati colla lente, sembravano

fascetti di prismi quasi rettangolari terminati da piani perpendicolari all' asse.

Parmi dunque che si debba risguardare come una verità di fatto che per mezzo delle fusioni si possono avere delle rocce pietrose, verità sulla quale insisto da più di quindici anni e che è stata ed è costantemente dissimulata dai nettunisti. La prima idea di questo passaggio di un corpo dallo stato di vetro a quello di pietra ci è stata fornita dal signor Réaumur nella composizione di quella sostanza da tutti conosciuta sotto il nome di porcellana di Réaumur. Siccome era molto facile l' applicare quest'esperienza alla formazione di alcune sostanze pietrose; così dai fisici si è esaminato quale poteva essere la cagione che produceva nel vetro uno stato tanto diverso nei suoi caratteri esterni, e si è creduto di rinvenirla nella materia alcalina che s'impiega nella composizione del vetro, e di cui una parte

si volatilizza con un fuoco intenso continuato e con un raffreddamento lento e successivo. Il dottor Lewis principalmente ha cercato di dimostrare che i cambiamenti prodotti nella tessitura del vetro dipendono dalla sublimazione della parte salina che si separa per l'azione del fuoco, ajutata dall' affinità particolare delle sostanze circonvicine: Kirwan ancora ha insistito su questo argomento (V. *Biblioteca Britannica*, vol. XV). Ora però che si conosce la frequenza colla quale la potassa e la soda si rinvengono nel regno fossile e specialmente nei prodotti de' volcani, si comprende che questi si potevano trovare nelle stesse circostanze del vetro, e che per conseguenza lo stato di pietra non è incompatibile con quello di una fusione precedente. Potevano pertanto le sostanze pietroso-volcaniche essere state ridotte in vetro per l' azione del fuoco, e se si vuole ancora per una proporzionata mescolanza di materie saline; e

quando queste si sono volatilizzate, il composto, raffreddandosi, si è consolidato in pietra, ritenendo sovente una traccia della primitiva dose di materia alcalina.

Sin ora abbiamo considerata la pietrificazione, dirò così, del vetro, come una devetrificazione ed un passaggio del vetro allo stato di pietra causato o dalla separazione di qualche principio o da qualche circostanza del raffreddamento o da una maggiore e più continuata azione di fuoco: il signor De-Drée però (V. *Giornale delle Miniere*, n.° 139), ammettendo nelle lave de' volcani la liquefazione ignea, è di parere che questa sia d'un'indole particolare e diversa dalla fusione vetrosa. Avendo istituito una bella serie d'esperienze, ha dimostrato che con un'applicazione non immediata ma comunicata di calore, ed impedendo tanto la dissipazione di qualunque principio elementare, quanto l'introduzione di qualunque agente di decomposizione,

si possono far passare le rocce ad un tale stato di liquefazione da potere riprendere, consolidandosi, la costituzione pietrosa. Con quest'esperienze del signor De-Drée rimane vie più confermata ed estesa la proposizione che dalle fusioni ignee possono risultare rocce pietrose anche indipendentemente dalle modificazioni che lo stato delle materie alcaline potrebbe produrre nella loro consolidazione. Veggasi ciò che abbiamo detto su quest' articolo nella Parte prima, allorchè si è trattato del granito, del porfido e del calcario primitivo.

Dolomieu si è molto opposto alla idea che le lave pietrose de' volcani fossero state fluide e fuse in forza d'una proporzionata dose di calorico. Nella lettera al professore Pictet (V. *Giornale delle Miniere*, n.° 22), parlando delle sostanze che furono inviluppate nel paese della Torre del Greco dalla lava del Vesuvio del 1794, espone che gli oggetti di diversa

natura che quell' accidente ha diversamente modificato, gli sembrano provare una verità ch' egli proclamava da lungo tempo, cioè che il calore delle lave non abbia l'intensità che gli si è supposta, e che non si avvicini nemmeno a quello che l'arte sviluppa quando si formano le vetrificazioni: soggiunge che le lave non sono semivetrificazioni, e che la loro fluidità non ha alcuna relazione con quella delle nostre vetrificazioni accidentali. Sulla stessa opinione insiste nel rapporto fatto all' Istituto nazionale de' suoi viaggi negli anni V e VI. Le osservazioni però sulle quali Dolomieu fonda la sua opinione mi sembrano molto equivoche. Egli ha considerato i fenomeni prodotti dalla lava nel 1794 nel paese della Torre del Greco, dove quella corrente giunse dopo d'avere percorso lo spazio di circa tre miglia nel periodo di cinque in sei ore, e per conseguenza allorquando il calore era sensibilmente diminuito; e pure dalle

osservazioni fatte in quella occasione si rileva che il calore della lava, anche presso la superficie ed in una gran distanza dalla sua fornace, era così grande che giunse a volatilizzare sostanze difficili a fondersi. Tra i corpi poi che furono inviluppati dalla lava, alcuni certamente si fusero, come le sostanze metalliche le quali si sono trovate cristallizzate (V. Parte I, pag. 193), ed altri se sono restati intatti, ciò non si debbe attribuire alla debolezza del calore della lava, ma bensì alla maniera colla quale furono racchiusi, compressi e serrati in tutte le parti dalla lava medesima in modo che non vi era accesso veruno all' aria. Per quanto si voglia diminuire il calore delle lave, non si dirà certamente che queste non possano giungere nemmeno a bruciare il legno, e pure gli alberi inviluppati dalle lave s' infiammano e si riducono in cenere nella parte superiore che rimane sopra la superficie della lava, mentre si conserva

intatto il tronco che ne è circondato e compresso. Lo stesso autore sostenendo il calore debole delle lave per ispiegare la loro fluidità, pensò che questa dipendesse da un altro principio diverso dal fuoco: non si poteva negare la loro fluidità, giacchè si veggono scorrere colle leggi ed alla maniera de' fluidi; non si poteva negare nemmeno che nel loro raffreddamento si formassero delle rocce; ma non volendo rinunziare al sistema che le rocce siano state prodotte nell'acqua ed al principio che dalle fusioni ignee non si ottenga altro che vetro, bisognava immaginare una fluidità diversa da quella che si produce dal fuoco, e diminuire quanto più si poteva il calore delle lave. Dolomieu però si è espresso con molta oscurità, quando ha voluto determinare la natura di questo principio della fluidità delle lave diverso dal fuoco. Nella *Memoria sull' Isola di Ponza*, pag. 256, aveva attribuito il rigonfiamento delle lave al gas

infiammabile che vi è contenuto e che se ne sviluppa in un certo grado di calore; ed aveva considerato l'interno di un volcano come un vasto recipiente nel quale fosse racchiuso il solfo, la cui fermentazione, accresciuta dal concorso dell' acqua, era la cagione delle più terribili esplosioni. Nelle aggiunte però alla *Dissertazione di Bergman sopra i prodotti volcanici*, rettificò quest' idea, asserendo che quando il fuoco rende fluida la materia che costituisce le lave, non fa che disunire la forza di aggregazione che univa le loro molecule. In questa operazione è ajutato dal solfo (*) che possiede in un grado

(*) Non posso dispensarmi dal rilevare un piccolo equivoco preso dal signor De-Dree nella sua bella *Memoria* di sopra citata sul nuovo genere di liquefazione ignea delle lave pietrose, inserita nel *Giornale delle Miniere*, n.° 139. Alla pag. 56 egli dice: *Non sono nè del sentimento di Dolomieu il quale presumeva che il solfo potesse essere uno degli agenti di questo genere di liquefazione, nè di quello di Breislack che l' attribuiva all' acqua carica di muriato di soda*, e cita la pag. 292 del 1.° tomo del *Viaggio fisico*

eminente la proprietà d'introdursi nei corpi e renderli fluidi a foggia dell'acqua, la quale allorquando penetra una massa d'argilla ne fa una pasta scorrevole: allorchè poi l'agente di questa fluidità si disperde, la forza d'attrazione restringe di nuovo le parti costituenti, e rimette la pietra nel suo primitivo stato di durezza. Dolomieu pertanto faceva intervenire il fuoco nel produrre la fluidità delle lave, ma in quella sola quantità che è necessaria per la fluidità del solfo, opinione evidentemente falsa, giacchè supporrebbe le lave abbondantissime di questo principio, di cui sono

---

nella Campania. Il signor De-Drée mi permetterà di osservare che io non ho giammai attribuito la fluidità delle lave all'acqua carica di muriato di soda, e che avendo considerato le lave come sostanze devetrificate (V. pag. 285, tomo I della detta opera), le aveva risguardate veramente fuse per una intensità di fuoco. Nel luogo indicato dal signor De-Drée ho detto che i vapori del Vesuvio e delle sue lave abbondano di acido muriatico, ciò ch'è una cosa di fatto e non ha relazione alcuna colle congetture che si possono fare sulla cagione della fluidità delle lave.

interamente prive. Pare ch'egli avesse di poi cambiata opinione, mentre nel sopraccitato rapporto de' suoi viaggi negli anni quinto e sesto pone sotto la scorza consolidata del globo la cagione sconosciuta che produce la fluidità delle lave, e gli sembra che i fenomeni de' volcani appartengano a circostanze che noi ignoriamo, perchè sono estranee a tutt'i nostri mezzi d' osservazione. Egli dubita che vi possa essere una vera infiammazione nelle profondità da dove scorrono le lave, e dove non può avere alcun accesso l' aria necessaria per mantenere una combustione attiva, ed ha l' opinione d' un effetto piroforico il quale produca l' infiammazione soltanto quando le lave, sollevate dai fluidi elastici sino al contatto dell'aria atmosferica, sono vicine ad essere vomitate: allora globi di fumo si cambiano in globi di fuoco, ed annunziano, in mezzo ad un fracasso terribile, l'avvicinamento d'una eruzione. Trovo difficile il concepire senza l'azione

del fuoco uno sviluppo sì grande di fluidi elastici da poter sollevare immense masse da profondità grandissime sino alla superficie della terra, dare alle medesime la forza necessaria per rompere le pareti della montagna e produrre globi di fumo. Noi non conosciamo altra fluidità che quella che dipende dal calorico: una quantità piccola (dico piccola relativamente alla nostra maniera di sentire) basta per dare la fluidità a quei corpi che ne sono dotati nella pressione e nella temperatura ordinaria dell' atmosfera, come acqua, mercurio, ecc. Una dose maggiore se ne richiede per rendere fluidi i metalli e le sostanze pietrose. Esclusa dunque l' idea del fuoco, saremo imbarazzati nel congetturare da quale principio dipenda quella fluidità interna del globo che si comunica alle lave e che le fa salire sino alla superficie della terra dove s' infiammino.

La trasformazione de' globi di fumo in globi di fuoco al contatto dell'aria,

l' accensione spontanea delle lave e quella operazione piroforica nominata da Dolomieu sono misteri molto difficili a comprendersi e che non sono appoggiati ad alcuna apparenza di verisimiglianza. Se una morte inaspettata non lo avesse rapito a quella scienza che amava con tanto ardore ed alla quale aveva fatto sagrifizj sì grandi, avrebbe forse fermato le sue idee su questo importante articolo, mentre sappiamo sì dal suo illustre cognato ed erede il signor De-Drée, come dal suo amico il signor Faujas, che aveva finito per credere che le materie lavorate nelle profonde cavità della terra erano condotte da una particolare applicazione del fuoco ad una tale liquefazione che le parti componenti erano solo disgregate, non già snaturate. Probabilmente le esperienze del signor Hall lo avevano indotto ad ammettere l' azione del calorico.

La difficoltà che sembra avere avuta una gran forza sull' animo di

quel celebre naturalista, è stata nel concepire come il fuoco possa prodursi, nutrirsi e rinnovarsi per un lungo corso di secoli nelle caverne sotterranee del globo lungi dalla comunicazione coll'aria atmosferica; ma non è l' atmosfera quella che è necessaria all'infiammazione, lo è bensì l'ossigeno, talchè la difficoltà si riduce a trovare la sorgente che possa fornire l' ossigeno ai volcani. Il signor Thomson intraprese in Napoli la soluzione di questo problema, e credè di averla trovata pel Vesuvio nell'acido carbonico. Egli pensò che il fuoco di quel volcano agisse sulla pietra calcaria del vicino Apennino, ne sprigionasse l' acido carbonico e con una successiva operazione decomponesse quest' acido in modo che l' ossigeno restato libero potesse servire a nutrire la combustione. Benchè sopra molti articoli relativi alla mineralogia volcanica io avessi la stessa maniera di vedere di quel celebre mineralogo, pure non potei uniformarmi alla sua

idea e gli proposi alcune riflessioni in una lettera ch' egli pubblicò nel *Giornale letterario di Napoli* nel settembre del 1798. I miei principali dubbj erano i seguenti: 1.° la difficoltà di concepire una stessa sostanza la quale sia simultaneamente causa ed effetto. Se l' ossigeno si separa dall'acido carbonico sviluppato dalla pietra per la forza del fuoco, quale è dunque il principio che mantiene il fuoco e gli dà un grado di energia capace a calcinare la pietra? Se mai si credesse che nell'interno del volcano il fuoco non si estingua giammai, e perciò, senza risalire alla prima origine dell'infiammazione, si pensasse che questa è mantenuta ed alimentata dall' ossigeno che si sviluppa successivamente, ciò si potrà ammettere pei brevi intervalli di pochi anni che talora passano tra le eruzioni del volcano; ma quando questo è stato tranquillo per due o tre secoli, non pare che nel suo seno vi fosse stata una sensibile accensione. Allorchè il

suo cratere sino alla profondità di quasi un miglio era coperto di piante e di alberi, come lo descrive Braccini prima dell' eruzione del 1631, non sembra che nel suo interno vi fosse un' infiammazione permanente. Da quale sorgente dunque il volcano ha potuto ritrarre quell'immensa quantità d'ossigeno che gli era necessaria per produrre un incendio che in pochi giorni distrusse una grande estensione di territorio e produsse immensi disastri (*)? In oltre l'acido carbonico tosto che si sviluppa dalla pietra calcaria prima di decomporsi e risolversi nei suoi principj, non solo non può contribuire alla combustione, ma anzi al contrario la debbe estinguere. Se questa calcinazione della pietra calcaria succeda in caverne chiuse nelle quali non vi sia accesso all' aria atmosferica, lo stesso acido carbonico che si sviluppa, debbe estinguere il

(*) Il Braccini narra che in quell' incendio furono distrutti cinquanta paesi e perirono quattro mila persone.

fuoco; e se l'aria atmosferica vi giunge, allora è inutile il ricorrere a questa decomposizione. Finalmente da molto tempo il Vesuvio non getta che pochissimo carbonato di calce (*), e la stessa terra calcaria contenuta nella pasta delle lave è in una quantità molto tenue, talchè è assai probabile che il focolare del volcano abbia di già oltrepassata la base dell'Apennino calcareo e che ora lavori in una roccia primigenia molto differente, nel qual caso non si potrebbe avere una quantità grande di acido carbonico. Parmi dunque che per rendere una ragione delle infiammazioni volcaniche si debba ricorrere a qualche altro principio diverso da quello che può risultare dalla decomposizione dell' acido carbonico, come or

---

(*) In molte gite che ho fatto sul Vesuvio, una sola volta ho potuto rinvenire un pezzo di pietra calcaria nella superficie del cono presente, e che per conseguenza si poteva risguardare come vomitato dal volcano in un' eruzione recente (V. Parte I, pag. 244).

ora si vedrà quando esporrò le mie congetture sull' origine de' volcani.

Lasciando intanto sospesa tale questione e ritornando alle lave, merita d' essere esaminato il problema sull' origine di quelle materie cristallizzate che si trovano nelle medesime. Le sostanze più comuni sono pirosseni, miche, feldispati, olivini, zeoliti (*) e leuciti o amfigeni di Haüy. Alcune correnti di lave sono più ricche di talune di queste sostanze, mentre altre predominano in altre correnti. Molte lave dell' Italia, specialmente dei volcani spenti, ed alcune antiche del Vesuvio, sono talmente piene d' amfigeni che questi compongono una massa maggiore della lava che gli unisce e ne forma il cemento. Il problema pertanto si riduce a questo: *I cristalli contenuti nelle lave si sono formati*

(*) Nell' antica denominazione di zeolite comprendo tutte quelle specie che con molta ragione ed esattezza sono state distinte dal celebre Haüy ed indicate coi nomi di *mesotipo*, *stilbite*, *sciabasia*, *analcime*, ecc.

nella lava medesima e sono stati prodotti dalle materie ch' erano contenute in essa o pure le sono estranei ed erano formati anteriormente, preesistendo nelle materie e negli strati pietrosi fusi dal fuoco volcanico? La prima idea che si presentò allo spirito, fu quella di pensare che tali cristallizzazioni appartenessero a quelle rocce interne del globo che sono state esposte all'azione del fuoco volcanico: s'incontrava però della difficoltà nel concepire come o non si fossero fuse nella fusione della roccia primigenia che le conteneva, o nel caso che avessero partecipato alla fusione comune, si fossero di poi separate cristallizzando nel raffreddamento della lava. Siccome tra quelle sostanze la più fusibile di tutte è la zeolite la quale si fonde ad un grado anche leggiero di calore; così da molti naturalisti si è fatta un' eccezione in grazia di questa sostanza e delle sue diverse specie, e la medesima è stata risguardata prodotta per mezzo dell' infiltrazione

nei pori delle lave dopo il loro raffreddamento, e tutte le altre sostanze meno fusibili si sono considerate svelte coll' azione del fuoco dalle rocce interne del globo. La zeolite però nelle lave che la contengono, esiste non solo cristallizzata nei pori e nelle cavità, ma ancora diffusa nella pasta, e formando una parte integrante in modo che se coll'imaginazione si concepisca tolta, non si vede come avrebbero potuto rimanere in piedi le parti della roccia medesima. Sembra quindi più ragionevole il concepire la zeolite non introdotta posteriormente, ma formata nella consolidazione della lava. Dolomieu ha molto sostenuta l' opinione che le zeoliti le quali si trovano nelle cavità di alcune lave, sieno state prodotte dall'acqua marina la quale siasi infiltrata nelle lave medesime dopo il loro raffreddamento, ed ha talmente estesa questa sua idea, che non ha creduto possibile il rinvenirsi le zeoliti in altre lave, eccettuate quelle che sono state una volta coperte

dal mare: egli stabilì questa sua opinione specialmente sulle osservazioni fatte nelle lave zeolitiche dell'Etna e delle isole de' Ciclopi. Ma all'argomento che abbiamo addotto poc'anzi contro la formazione delle zeoliti posteriormente alla consolidazione delle lave, si può aggiungere la riflessione fatta da Kirwan, cioè che se le zeoliti avessero avuta origine dall'infiltrazione dell'acqua marina, esse o le lave che le contengono, presenterebbero qualche traccia di sale marino, ciò che non si rileva dalle analisi. La zeolite in oltre si è trovata nelle lave erratiche del monte Somma (*) ed in quelle di Capo di

(*) Nel *Viaggio fisico della Campania*, tomo I, pag. 198, descrivendo la corrente di lava sortita dal Vesuvio nel 1037, che da S. Maria a Pugliano scende al Granatello, passando presso la porta principale del boschetto del re, parlo di una sostanza rossa lamellare che si trova unita in masse ora incastrate nella pasta di quella lava, ora nei suoi pori. Essa fu allora da me risguardata come una mica: temo però d'aver preso un equivoco, e per quanto posso richiamarmi a memoria quei saggi, sospetto che la sostanza da

Bove presso Roma, le quali non vi è alcun argomento per credere che sieno state coperte dal mare dopo la loro consolidazione. Abbiamo finalmente sì nei Campi Flegrei come altrove moltissime correnti di lave che sono entrate nel mare, e nelle quali non si ravvisano le zeoliti, in guisa che la formazione di questa sostanza non pare che abbia alcuna relazione colle acque marine.

Siccome la somma fusibilità della zeolite ha obbligato molti naturalisti a crederla formata posteriormente alla consolidazione delle lave che la contengono e non inviluppata dalle medesime; così la fusibilità, la delicatezza

me allora creduta una mica sia la zeolite rossa di Edelfors, simile a quella della Valle di Fassha nel Tirolo e de' Zuccanti nel Vicentino, o sia la stilbite laminare di colore rosso oscuro. Desidero che qualche dotto mineralogo napoletano verifichi questo dubbio. La sarcolite di Thomson è un' altra specie di zeolite, cioè l'analcime trapezzoidale, color di carne, trovata nelle lave del Monte Somma, e così frequente ancor essa nei due sopra indicati luoghi del Tirolo e del Vicentino.

e fragilità di molte altre cristallizzazioni che si trovano in alcune altre lave, esigerebbero che anche per loro si escludesse il principio della preesistenza nelle rocce sulle quali ha agito il fuoco de' volcani e della loro mescolanza nelle paste delle lave, ricorrendo ad infiltrazioni imaginarie. Nelle vicinanze di Roma evvi la famosa lava detta di Capo di Bove, nelle cui cavità si osservano alcune sostanze cristallizzate regolarmente, cioè: 1.° pirosseni; 2.° amfigeni; 3.° zeoliti; 4.° una sostanza bianca, silicea, capillare, che a me parve un feldispato, ma che dal signor Floriau de Bellevue è stata determinata per una pseudosommite, cioè per una sostanza la quale somiglia alquanto alla sommite (nefelina di Hauy) sì per la forma prismatica esagona de' cristalli come ancora per altri caratteri esterni (V. *Giornale di Fisica*, frimale, anno IX); 5.° la melilite di La-Metrie cristallizzata in cubi o prismi rettangolari di cui talora sono troncati gli spigoli:

tali cristalli che non eccedono due in tre millimetri, secondo le osservazioni del suddetto Floriau si fondono facilmente in un vetro trasparente e senza bolle. È egli possibile che queste delicate cristallizzazioni sieno state trasportate dalla lava, esposte al suo calore ed inviluppate nella sua pasta senza perdere le loro regolari forme? Vedendole in oltre tappezzare le pareti delle cavità in modo che sono attaccate solo per un lato alle medesime, dobbiamo essere certi che la loro esistenza dipende da qualche altra cagione, e se si vuole ricorrere all' infiltrazione, quante diverse infiltrazioni sarà necessario il supporre? Imaginiamo una roccia la quale contenga quelle cristallizzazioni che si trovano nelle lave e che su di essa sia diretto il fuoco di un volcano. Trattandosi di una quantità somma di materia, l'intensità del fuoco non potrà essere egualmente attiva sopra tutti i punti; quindi non è meraviglia se alcune parti più refrattarie

sfuggiranno alla fusione comune, e se le altre si fonderanno formando una massa più o meno fluida secondo la maggiore o minore attività del fuoco. Questa massa dallo sviluppo dei gas è rigonfiata, spinta, agitata e sollevata, e si apre finalmente una strada per sortire fuori della fornace, trasportando seco ancora le parti che non si sono assimilate al tutto ed alle quali non si è comunicata la fusione. Allorchè giunge alla superficie della terra, incomincia a scorrere a guisa di un fiume sino a che è sospinta dalla nuova materia che sgorga dal volcano, o la trasporta la propria forza di gravità secondo la pendenza del suolo: quando però si arresta nel suo corso, raffreddata nella superficie esterna pel contatto dell'aria, ritiene lungamente e talora per lo spazio di anni il calore e la fluidità nelle parti più interne. In seno a questa tranquilla fluidità ignea si sviluppano le forze attrattive ed incomincia il loro giuoco: si uniscono gli elementi di

quelle sostanze che erano state fuse e disciolte, si separano dalle altre materie di natura diversa, e si ricristallizzano di nuovo formando dei prodotti simili ai primitivi. Le combinazioni che possono accadere in questa operazione danno luogo a quei fenomeni che si osservano nella posizione relativa di tali cristallizzazioni, e che possono favorire opinioni contraddittorie ogni qual volta si ami di generalizzare. Alcune volte si trovano cristalli di amfigeno con entro frammenti di pirosseni o cristalli di feldispato, ed altre volte de' pirosseni che nella loro massa hanno racchiuso qualche cristallo di amfigeno. Uno di tali pirosseni, della lunghezza di circa un pollice, fu da me rinvenuto alla base de' Monti Tusculani presso Roma e ceduto al Gabinetto mineralogico del Collegio nazareno. Veggasi ciò che si è detto sulla cristallizzazione delle sostanze dotate di gradi diversi di fusibilità dalla pag. 203 sino alla 212, Parte I.

L' argomento delle cristallizzazioni racchiuse nelle lave è stato diffusamente trattato da Dolomieu, da Salmon, Buch, Floriau de Bellevue, De-Luc, ecc., le Memorie de' quali si possono leggere nel *Giornale di Fisica*, in quello *delle Miniere* e nella *Biblioteca Britannica.* Parmi però che si possano conciliare le diverse opinioni nel modo che ho esposto, e col principio che ho sviluppato nel capitolo VI, dalla pag. 10 alla 24 di questa Parte II. Il signor De-Luc non riconosce possibile che in grembo alle lave fluide succedano le cristallizzazioni, perchè gli sembra (V. *Giornale delle Miniere*, n.° 115, p. 22) che il giuoco delle affinità non possa avere luogo che allorquando le molecole sulle quali agiscono sono in libertà d'unirsi, ciò che gli pare che non possa succedere se non che nei fluidi i quali sono nello stato di perfetta liquidità. Tale non è lo stato delle lave : esse certamente sono fuse, ma questa fusione il signor De-Luc

la chiama densa e pesante, e crede che non abbia moto progressivo che sopra pendenze ripide o per l'impulso successivo dato dalla materia che sorte dal volcano, e la sospinge in avanti, divagando sopra i lati. Come potranno le affinità esercitarsi in una simile massa? Osservo però, primo, che quelli amfigeni i quali nell'interno della loro pasta contengono frammenti della lava in cui sono inviluppati, necessariamente debbono essersi formati nella medesima; secondo, che la fluidità delle lave è presso a poco eguale a quella dei metalli fusi, nei quali pure accadono delle cristallizzazioni, come lo dimostrano le geodi metalliche di Monge, e quelle cristallizzazioni che sovente si trovano nelle scorie delle fonderie; terzo, l'energia delle affinità debb'essere molto accresciuta dal calore che anima tutte le parti della massa: non veggo dunque alcuna inverisimiglianza nell'ipotesi proposta.

È d'uopo ancora riflettere che nelle grandi caverne de' volcani debbono succedere infinite cristallizzazioni o per sublimazione, come accade nei forni fusorj, o negl'intervalli di riposo, quando l'intensità del fuoco va diminuendo, e si raffreddano le materie ch'erano fuse. Allorchè si risveglia l'attività del volcano, queste cristallizzazioni possono essere di nuovo fuse e maneggiate dal fuoco, possono mescolarsi alla nuova lava senza fondersi, ogni qual volta il grado di calore non abbia quella intensità che è necessaria, e possono ancora essere vomitate dalla forza esplosiva del volcano senza essere alterate dal fuoco. Probabilmente quest'ultima combinazione è stata quella che ha prodotto quell'immenso numero di amfigeni e di pirosseni che si trovano isolati in alcune contrade volcaniche, è che sembrano essere caduti in forma di copiosa grandine.

Osserverò finalmente col signor Watt che quando la semplice fusione

ha luogo in un corpo, si distrugge la sola aggregazione delle molecole integranti: la fluidità consiste nella facilità colla quale le medesime molecole si muovono le une accanto le altre, ed una diminuzione regolare nella temperatura, facilitando la loro unione, non può mancare di ricomporre le medesime specie ch'esistevano nella massa: ma se le molecole integranti sono state sciolte e decomposte, o se le loro parti costitutive sono state disseminate nel fluido, è poco probabile che una qualunque unione possa ricomporre le stesse molecole integranti, e di poi nuovi cristalli; e così la stessa roccia potrà dare origine a composizioni diversissime, le quali conserveranno solo qualche traccia della loro primitiva natura nei principj costitutivi. Da ciò si può dedurre una spiegazione del modo col quale in molti prodotti volcanici si trovano alcune sostanze cristallizzate le quali rarissime volte si rinvengono in altre rocce conosciute. L'opinione

comune è che i focolari de' volcani, penetrando nelle viscere della terra, agiscano sopra rocce che noi non conosciamo, perchè non possiamo estendere le nostre ricerche al di là della corteccia; ma è molto probabile che alcune di quelle sostanze cristallizzate siano vere produzioni de' volcani. Le cristallizzazioni pertanto che si trovano nelle rocce volcanizzate si possono riferire a quattro classi, benchè tutte abbiano qualche relazione alle rocce sulle quali ha agito il fuoco del volcano: la prima è di quelle sulle quali il fuoco o non ha esercitata azione alcuna, o pure una molto debole, ed hanno conservato il loro stato; alla seconda apparterranno quelle che si sono formate nelle viscere de' volcani e sono state vomitate dalla loro forza esplosiva, o si sono unite alle lave: la terza sarà di quelle che, fuse dal fuoco e mescolate colla pasta della lava, si sono cristallizzate nel raffreddamento; la quarta finalmente sarà di quelle

cristallizzazioni che si sono prodotte di nuovo nell'interno delle lave ancora fluide per mezzo di combinazioni le quali hanno fornito nuovi composti.

Alle tre sopra descritte operazioni de'volcani, cioè vapori, getti incoerenti e fiumi di sostanze fuse, se ne debbe aggiungere un'altra, ed è quella dell'eruzioni fangose. Essendo questo un articolo che molto interessa la dottrina de'volcani, sarà bene il trattarlo in dettaglio e dividerlo nei seguenti quesiti: 1.° è certo il fatto che dai volcani sortono talora torrenti di fango, cioè di sostanze terrose, polverose, mescolate con acqua (*)? 2.°

(*) Ciascuno intenderà che qui si tratta dei volcani che sogliono gettare materie infiammate, non già de' volcani freddi o di gas, come sono quei di Crimea, osservati da Pallas; quello di Macaluba in Sicilia, descritto da Dolomieu nel *Viaggio alle Isole di Lipari*; e quelli delle Salse reggiane e modenesi de' quali ha trattato Spallanzani nel tomo V de' suoi *Viaggi*. I fenomeni di Macaluba dipendono da uno sviluppo di gas acido carbonico; delle Salse reggiane e modenesi come ancora de' volcani freddi della Crimea, da

posta la verità di questo fatto, conviene esaminare se tali eruzioni procedono dal cratere medesimo e dalla voragine del volcano, o da qualche lato della montagna; 3.° nel caso che sortano dal cratere o dalla voragine, qual è la sorgente donde deriva l' acqua?

Non dissimulo che ogni qual volta ho avuta occasione di parlare di queste eruzioni fangose, mi sono sempre dimostrato incredulo, perchè tutte le osservazioni da me fatte sul Vesuvio, volcano che per parecchi anni ho avuto sotto gli occhi, mi dimostravano il contrario; e perchè non vedeva quest' opinione appoggiata ad alcuna diretta osservazione. Non negava la possibilità del fenomeno; dubitava solo se avesse avuto luogo

---

emanazioni di gas idrogeno. In Macaluba non vi è vestigio alcuno d' infiammazione; nei volcani di fango della parte orientale della Crimea e nelle Salse reggiane e modenesi seguono delle accensioni passeggiere prodotte dalle infiammazioni del gas idrogeno, ma che non hanno alcuna somiglianza con quelle de' volcani.

nell' eruzioni del Vesuvio, come più volte si è preteso. Nell' eruzione del 1794 passai due giorni sulla montagna, pernottando nel Romitorio del Salvatore, ed avvicinandomi alla sommità del volcano quanto lo permettevano le immense grandinate di pietre che ad ogni istante sortivano dalla bocca e cadevano spargendosi sopra la superficie del cono. Molte nuvole sovente si univano intorno alla montagna e producevano copiosi scrosci d' acqua la quale, mescolata alle ceneri, formava de' voluminosi torrenti di fango che devastavano le campagne poste alla base del volcano, rovesciavano le case e portavano da per tutto la strage e lo spavento. Intanto in Napoli non solo si diceva, ma in alcune relazioni si stampava ancora, che fiumi di fango erano sortiti dalla bocca del cratere. Una osservazione molto semplice bastava a dissipare l' errore. Una gran parte de' danni prodotti in quell' occasione dai torrenti di fango fu verso i paesi

di Ottajano e di Somma, dove non avrebbero potuto giungere i torrenti medesimi se fossero sortiti dalla bocca del Vesuvio, senza prima riempire la valle detta Atrio del Cavallo, e sormontare la sommità del monte di Ottajano e di Somma, per diffondersi sul dorso della montagna. Nei momenti nei quali un volcano spiega l' imponente e terribile apparato delle sue forze con grandi eruzioni di materie incoerenti dalla bocca, è impossibile il giungere alla sua sommità, e pochi hanno il coraggio di avvicinarsi soltanto alla medesima. Se allora qualche pioggia dirotta si diffonda sul dorso della montagna, ne trasporta lo strato mobile, e non ancora indurito, di cenere che lo copriva, forma torrenti voluminosi di fango, e l' imaginazione, sempre inclinata al meraviglioso e che lo è ancora più in tali circostanze, preferisce il credere che tali masse fangose siano vomitate dal cratere piuttosto che prodotte da nuvole raccolte sopra lo zenit del

volcano. Le storie del Vesuvio e dell' Etna e de' volcani d'America attestano che le grandi eruzioni sempre sono accompagnate da piogge abbondanti nelle vicinanze de' volcani. Nel Vesuvio l'eruzione del 1538 finì con grandi piogge di cenere e d'acqua: nell'eruzione del 1631 torrenti d'acqua trasportarono diverse case di già sepolte nelle ceneri. Rovine presso a poco simili ebbero luogo nell' eruzione del 1639, nella quale una dirotta pioggia cadde intorno al solo volcano, mentre il resto dell'orizzonte era perfettamente sereno: copiose piogge accompagnarono l' eruzioni nel 1754 e 1755: in quella del 1768 i torrenti devastarono Portici, la Torre del Greco ed altri paesi, e finalmente in quella del 1779 vi furono frequenti ed abbondanti piogge, e le nuvole che le producevano, si confondevano coi globi di fumo che il vento dirigeva verso Ottajano. Un lungo catalogo di simili avvenimenti si può leggere nella *Memoria* di Du-Carla

sulle inondazioni volcaniche nella quale si dà una spiegazione semplice ed anche plausibile di questo fenomeno, deducendola dal principio che la colonna d'aria la quale s' innalza da un volcano nel momento delle sue grandi eruzioni, è molto rarefatta; dal che segue che intorno al volcano vi è un continuo afflusso di aria che vi accorre da tutti i punti della circonferenza per rimpiazzare il vôto prodotto dalla rarefazione, e seco trasporta i vapori che vi sono mescolati: in oltre sulla bocca del volcano vi è una massa d'aria continuamente ascendente. A misura che questa, innalzandosi nell'atmosfera, si raffredda, debbe perdere quei vapori che vi erano galleggianti in ragione del calorico che gli animava, e che, raffreddandosi pel cambiamento della temperatura, cadranno in forma di pioggia intorno al volcano. I calcoli di Du-Carla, relativi alla quantità di acqua che può fornire una data quantità d' atmosfera, sono tali che danno

un risultamento quasi incredibile, ed è che una pioggia prodotta dall'azione di un volcano sull'atmosfera può avere una massa sessanta volte più grande di qualunque diluvio conosciuto, in guisa che non debbe recare meraviglia se le innondazioni volcaniche somiglino ad irruzioni del mare. Siccome nell' epoca nella quale Du-Carla scriveva, non era rettificata la dottrina de' vapori, e questi si consideravano disciolti nell' aria come un sale è sciolto nell' acqua; così vi sarà molto da diminuire nei dati sopra i quali egli fonda i suoi calcoli: si rifletta però che ha trascurato due elementi, cioè la massa straordinaria di vapori che s'innalzano dalla superficie di un volcano acceso e sopra il quale scorrono torrenti estesi di lave fumanti, e la quantità d' acqua che si debbe formare nel cratere di un volcano per la combinazione dell'idrogeno che si sviluppa in copia e nello stato nascente s'incontra coll'ossigeno dell'atmosfera, combinazione la quale

debb'essere promossa dal calore della infiammazione e dalla copia della elettricità sbilanciata che si dimostra in tali occasioni e che produce dei fulmini. Lasciando però da parte ogni calcolo, la spiegazione addotta da Du-Carla sembra verisimile, e che renda una ragione delle dirotte piogge che sogliono accompagnare le grandi eruzioni de' volcani.

Attese queste ragioni, dopo l'eruzione del Vesuvio del 1794, di cui potei osservare molti fenomeni, ho sempre dubitato delle sue eruzioni fangose, benchè le credessi possibili, e tutte le volte che udiva parlare di tale fenomeno, lo risguardava come una illusione prodotta dal non potersi vedere da vicino e riconoscere il luogo da cui procedevano quei torrenti di fango, i quali si pretendeva che sortissero dalla bocca del volcano, mentre realmente erano formati da acque piovane le quali si univano alle ceneri ed alle sostanze terrose. Quelli che hanno sostenuto l'eruzioni

fangose del Vesuvio, si sono molto fondati sopra un'osservazione del cavaliere Hamilton che nel tufo il quale ha coperto l'antico teatro di Ercolano, vi è l'impronta della testa di una delle molte statue che adornavano quel nobile ed antico edifizio, ciò che sembra provare che quel tufo era in uno stato di mollezza pastosa causato dall'acqua che vi era mescolata. Parmi però che siasi dato troppo peso a questa osservazione, e che lo stesso effetto si debba ottenere da sostanze polverose ed attenuate, qualora sieno compresse da un peso enorme di materie sovrapposte per un lungo corso di secoli; e se si vuole supporre che quelle materie fossero nello stato di fango, lo potevano essere per la loro mescolanza colle acque delle piogge come si è detto; ma ciò che non sembra accadere nel Vesuvio, può darsi che succeda in altri volcani. Dolomieu nelle note alla *Dissertazione di Bergman sopra i prodotti volcanici* parla di una eruzione

acquosa dell' Etna seguita nel 1775, e dice di avere esaminata la sabbia che questo torrente aveva trasportato. Vi è ancora luogo a dubitare della verità di questo fatto, mentre Dolomieu riferisce ciò che gli fu detto dalle sue guide, e non sappiamo se quel torrente procedè dalla bocca del volcano o se fu prodotto da una pioggia caduta sopra qualche parte della montagna, vicina alla sua sommità. Si osservi che l'opinione comune in Catania era che in quell' eruzione dall' Etna insieme coll' acqua fossero sortite ancora molte conchiglie marine. Dolomieu le ricercò con molta attenzione, ma non le potè rinvenire. Ai volcani dell' Islanda ancora si è attribuito il fenomeno di avere rigettato torrenti d' acqua, ma dalle descrizioni che ne abbiamo, sembra che i fiumi d'acqua che scendono da quei monti ignivomi posti in un clima freddissimo e vicino al circolo polare, procedano da vaste ghiacciaje che si formano sul dorso ed anche

presso la sommità negl'intervalli di riposo, e che si fondono quando il volcano incomincia ad agire. Ogni dubbio però sull'esistenza di questo fenomeno si è tolto dalle relazioni che il signor Humboldt ha dato dei volcani d'America, nè credo che sarà discaro al lettore il conoscere alcuni fatti pubblicati da quell'illustre geologo nel suo *Quadro fisico delle regioni equatoriali.*

I volcani del regno di Quito gettano delle pomici, de' basalti, dei porfidi scorificati, vomitano quantità enormi di argilla carburata e delle materie fangose, ma non vi è memoria che abbiano fatto eruzioni di lave. L'altezza di queste montagne colossali che sorpassano cinque volte il Vesuvio, e la loro situazione poco isolata, sono senza dubbio le cause principali di queste anomalie. Malgrado la loro somma intensità di forza, si concepisce che se il fuoco volcanico si trova in grandi profondità, la lava fusa non può nè sollevarsi agli orli

del cratere, nè rompere il fianco di queste montagne le quali sino a 1400 tese di altezza si trovano rinforzate da piatteforme che le circondano. Sembra dunque naturale che volcani così elevati non vomitino dalla loro bocca se non che pietre isolate, ceneri volcaniche, fiamme, acqua bollente e sopra tutto argilla carburata ed impregnata di solfo.

I suddetti volcani presentano di quando in quando al naturalista uno spettacolo meno spaventevole, ma non meno curioso. Le grandi esplosioni sono periodiche e molto rare. Il Cotopaxi, il Tangurahua ed il Sangay non ne presentano talora in venti o trent' anni, ma in questi intervalli gli stessi volcani vomitano quantità enormi di fanghi argillosi, e, ciò che più colpisce l'imaginazione, una quantità innumerabile di pesci. Sopra le terre del marchese di Selvalegre il Cotopaxi ne gettò una volta una sì grande quantità che la loro putrefazione sparse un odore fetido all'intorno.

Il volcano quasi spento d'Imbaburù nel 1691 ne vomitò delle migliaja sopra le terre che circondano la città d'Ibarra. Le febbri putride che incominciarono a quell'epoca, furono attribuite ai miasmi che esalavano questi pesci ammassati sulla superficie della terra ed esposti all'azione del sole: nei tempi più vicini l'Imbaburù ha seguíto a gettare dei pesci, ed allorquando nel 1698 il 19 giugno crollò il volcano di Cargueirazzo, migliaja di questi animali inviluppati nei fanghi argillosi furono vomitati dalla cima.

Il Cotopaxi ed il Tangurahua vomitano i pesci qualche volta dal cratere che è alla cima di queste montagne, qualche volta dalle fenditure laterali, ma sempre a 2500 o 2600 tese di elevazione sopra la superficie del mare: ora le pianure circonvicine avendo quasi 1300 tese d'altezza, si può concludere che questi animali sortano da un punto il quale è 1300 tese più elevato delle pianure sulle quali sono gettati. Alcuni Indiani

assicurano che il pesce vomitato dal volcano scende ancora vivo lungo il dorso del monte: ciò però che è certo, è che tra migliaja di pesci morti che in poche ore scendono dal Cotopaxi, con grandi masse d'acqua fredda e dolce, ve ne sono pochissimi i quali sieno talmente sfigurati da potere credere che sieno stati esposti all'azione di un forte calore, ciò che è più singolare riflettendo alla carne molle di questi animali ed al denso fumo che nello stesso tempo esala il volcano.

Questi pesci sono identici a quelli che si trovano nei ruscelli al piede de' volcani e che dagli abitanti di quei luoghi si chiamano *Prennadillas*. È questa la sola specie di pesci che si trovi nelle acque del Quito sopra 1400 tese di elevazione. La premnadilla è una nuova specie del genere *Silurus*, e si può riferire a quella divisione del *Silurus* che nella *Storia naturale de' pesci* di Lacépède è indicata col nome di *Pimelodes*. La sua

ordinaria lunghezza giunge appena a dieci centimetri (4 pollici); ve ne sono però delle varietà che non sembrano arrivare a cinque centimetri (2 pollici) di lunghezza. Vive nei ruscelli che hanno una temperatura di 10.° del termometro centigrado, mentre altre specie dello stesso genere esistono nei fiumi delle pianure, la cui acqua ha la temperatura di 27.° Il pimelodo rare volte si mangia, e solo dagl' Indiani più poveri: il suo aspetto e la mucosità della sua pelle lo rendono molto disgustoso. Attesa l'enorme quantità di pimelodi che di quando in quando gettano i volcani del regno del Quito, non si può dubitare che questo tratto di paese non contenga de' grandi laghi sotterranei dove essi si nascondono, mentre poco numerosi sono gl' individui che esistono nei fiumi circonvicini. Alcuni Indiani pescano i pimelodi nei luoghi dove i ruscelli sortono fuori dalle rocce: la pesca non succede felicemente di giorno nè al chiaro della

luna; è necessaria una notte oscurissima, mentre senza questa condizione non sortono dal volcano. Sembra che la luce sia incomoda a questi animali sotterranei non avvezzi ad uno stimolante così forte: osservazione curiosa, mentre i pimelodi della stessa specie che abitano nei ruscelli vicini alla città di Quito vivono al chiaro del giorno. Il fenomeno di pesci viventi in luoghi oscuri non è nuovo, poichè nei ristagni d'acqua che sono nelle caverne del Derbishire in Inghilterra e nelle grotte di Guileureuth in Germania dove si trovano le teste fossili d'orsi e di leoni, si pescano delle trote, benchè sieno lontane da ogni ruscello ed assai elevate sopra il livello delle acque vicine. Nella provincia di Quito il muggito sotterraneo che accompagna i terremoti, le masse di rocce che sembra di udire crollare sotto la volta sulla quale si cammina, l'immensa quantità d'acqua che sorte dalla terra nei luoghi più secchi nel tempo dell' esplosioni volcaniche

e molti altri fenomeni , annunziano che tutto il suolo di questo platorò è minato e vôto al disotto.

Se però è facile il concepire dei vasti bacini sotterranei pieni d'acqua e che nudriscano pesci, non è così facile lo spiegare come questi animali siano aspirati dai volcani, siano sollevati a 1300 tese d'altezza, e vomitati o dal cratere o dalle fenditure laterali. Si vorrà supporre che i pimelodi esistano nei bacini sotterranei alla stessa altezza da cui sortono? Come concepire la loro origine in una posizione così straordinaria nel fianco di un cono sì sovente riscaldato? Lo stato di conservazione nel quale si trovano, fa credere che questi volcani, i più elevati ed i più attivi del globo, provino di quando in quando de' movimenti convulsivi nei quali lo sviluppo del calorico sia meno considerabile di quello che si dovrebbe supporre. I terremoti non sempre accompagnano questi fenomeni: forse nelle diverse concamerazioni che si

possono ammettere nell' interno del volcano, l' aria di quando in quando è condensata, ed essa contribuisce ad innalzare l' acqua ed i pesci: forse questi sortono da una concavità lontana da quelle che vomitano il fuoco volcanico; forse finalmente i fanghi argillosi nei quali sono inviluppati questi animali, li difendono dall' azione d' un forte calore.

Colla esposizione di questi fatti, raccontati da un osservatore così esatto, mi sembrano sciolti i due primi quesiti e dimostrata non solo l' esistenza delle eruzioni fangose nei volcani dell' America, ma ancora la loro origine dai crateri stessi de' volcani: a questa narrazione ho voluto unire ancora le congetture e riflessioni del signor Humboldt; rimane dunque ad esaminarsi il terzo problema, cioè quale è la sorgente da cui deriva l' acqua nell' eruzioni fangose de' volcani. Molti naturalisti non solo ammettono la comunicazione del mare coll' interno de' volcani, ma sono di

parere che non possa esservi un volcano se non che nel mare o presso ad esso. Egli è vero che molte isole volcaniche sono sortite dal seno del mare; è vero ancora che molti volcani sono o presso il mare che ne bagna la base o poco distanti dal medesimo; ma ciò non basta per istabilire il principio generale della comunicazione del mare coll'interno de' volcani. L'acqua che talora sgorga dai volcani d' America, secondo il racconto di Humboldt, non è certamente acqua marina, e non ostante l' autorità del signor barone di Dietrich che nelle note alle *Lettere di Ferber*, pag. 206, riconobbe come una verità provata da fatti incontrastabili la comunicazione suddetta, e del signor G. A. De-Luc il quale in molti suoi scritti ha riconosciuto necessario assolutamente il concorso dell' acqua marina per eccitare le fermentazioni che producono i volcani, sono pienamente d'accordo con Dolomieu (*Note sulla dissertazione di*

Bergman sopra i prodotti volcanici) che se tale comunicazione esistesse, le acque dovrebbero prontamente penetrare entro le caverne ed estinguere ogni principio di accensione. Il focolare, per esempio, del Vesuvio è certamente in un piano molto inferiore al livello del Mediterraneo, mentre in qualunque parte della base del volcano si facciano degli scavi, e per quanto questi siano profondi, si trovano sempre sostanze eruttate dal volcano. Se dunque vi fosse una comunicazione tra questo ed il mare, non si vede una ragione per cui le sue acque non dovessero entrare nella cavità della fornace e riempirla, se pure non si volessero supporre delle comunicazioni le quali ora si aprissero ed ora si chiudessero, ipotesi se non impossibile, mancante almeno di ogni verisimiglianza. Tutti i fatti che si sono narrati di corpi marini rinvenuti sopra il Vesuvio o sull'Etna sono equivoci, e vi è motivo da credere che quelle relazioni siano

esagerate. Siccome l'eruzione del Vesuvio del 1794 fu una delle più strepitose del nostro tempo, così se tra il mare e l'interno di quel volcano vi fosse qualche comunicazione, se ne avrebbe avuto un indizio in quella circostanza: e pure la notte nella quale seguì quella grande esplosione di lava, la passai alla base stessa del volcano in un battello presso alla spiaggia, mentre il mare era perfettamente tranquillo. Se avessi prestata fede all'opinione comune, fondata sopra i racconti di tanti scrittori che nelle grandi eruzioni il mare è assorbito dal volcano, non mi sarei fermato lungamente in quel sito che sarebbe stato molto pericoloso. Era persuaso del contrario e lo volli verificare colla propria esperienza. Lo stato di calma che in quell'occasione osservai nel mare tutta la notte, non combina colle relazioni che si sono date delle eruzioni del Vesuvio, incominciando da Plinio il giovane il quale, parlando dell'eruzione del 79 nella lettera 20,

lib. VI, scrisse: *Mare in se resorberi et tremore terræ quasi repelli videbamus. Certe processerat littus, multaque animalia maris in siccis arenis detinebat.* Si osservi però che Plinio nella lettera citata (*) parla dei fenomeni che seguirono in quella

(*) Plinio il giovane scrisse due lettere a Tacito sulla famosa eruzione del 79: la prima è la 16.ª del lib. VI, ed in essa narra le circostanze della morte del suo zio il quale fu soffocato dai vapori del Vesuvio presso Stabia, cioè vicino alla base della montagna. Siccome però non perì alcuno del suo numeroso seguito; così la sua morte si debbe attribuire piuttosto al male d'asma ch'egli soffriva, che all' intensità micidiale dei vapori i quali in quella distanza dal cratere non potevano essere molto dannosi. La seconda lettera è la 20.ª dello stesso libro, ed in essa Plinio racconta i fenomeni che in quella circostanza seguirono in Miseno. Egli non aveva che diciott' anni, e sembra che la loro novità avesse riscaldata alquanto la sua giovanile fantasia. Il Vesuvio non è un volcano da poter atterrire alla distanza di quattordici miglia. Le conseguenze de' terremoti si evitano rimanendo alla campagna, ed in quella lontananza potevano giungere dense ceneri trasportate dai venti, ma non già grosse pietre, nè in sì grande quantità da minacciare la morte. I fenomeni de' volcani sono certamente grandi e terribili, ma sovente la nostra fantasia gli ha non poco accresciuti.

occasione in Miseno, dove egli era restato dopo la partenza del suo zio, cioè in un luogo distante in linea retta più di quattordici miglia dal Vesuvio. Tra questi fenomeni uno de' principali era l' intenso e continuato terremoto che fece cadere le abitazioni, ed al quale si debb' attribuire lo sconvolgimento del mare. Sarà dunque vero il fenomeno che nelle grandi eruzioni il mare sia talvolta agitato e sconvolto e si ritiri ben anche dalla spiaggia; può essere però falsa la cagione che se ne assegna, cioè la sua comunicazione col volcano. Le grandi eruzioni sono talora accompagnate da forti scosse di terremoto le quali possono influire sullo stato del mare, le cui acque ritirandosi dalla spiaggia per effetto del movimento della terra, si potrà credere che siano attratte ed assorbite dal volcano.

Esclusa dunque la comunicazione del mare coll' interno de' volcani, vediamo da quale principio possa

derivare l'acqua che sorte fuori del cratere nel caso che succeda un'eruzione fangosa. In diverse maniere parmi che questo fenomeno possa accadere. La prima, quando in una cavità poco distante dal focolare si raccolga qualche quantità d'acqua condottavi dai meati sotterranei. Allorchè il volcano s'infiamma, è molto facile che questa massa d'acqua vada a cadere sul centro dell'infiammazione, e che sia ridotta in vapore il quale conserverà la sua forma vaporosa sino a che dura quella temperatura che gli è necessaria, ma deporrà giungendo al vertice del volcano e ponendosi in contatto coll'atmosfera: in questo caso si vedrà scendere dalle bocche del cratere una massa d'acqua proporzionata alla quantità del vapore che si condensa e si repristina in acqua. La seconda maniera è, se si concepisca una massa straordinaria di ossigeno svilupparsi per qualche operazione chimica nell'interno del volcano. Essa potrà

combinarsi coll' idrogeno e formare una massa di vapore acquoso che raffreddandosi passerà allo stato di acqua. Ambedue queste cagioni possono avere luogo in ogni volcano attivo, e perciò si è detto di sopra che non si ardisce negare la possibilità del fonomeno il quale tante volte si pretende che sia accaduto nel Vesuvio. Se in qualche interna cavità del medesimo si raccoglie o si produce una massa d'acqua, potrà questa essere ridotta allo stato di vapore, potrà sollevarsi in tale forma alla bocca del volcano, e quando si porrà in contatto coll' aria atmosferica, cambiando la sua temperatura, riprenderà di bel nuovo la forma di fluido acquoso.

Nessuna però di queste due maniere può convenire all' eruzioni fangose de' volcani d' America, attesa la presenza de' pesci, e perciò è necessario il pensare ad un' altra ipotesi. Nei volcani è frequente il caso che la voragine si chiuda in

modo che il fondo del cratere formi una pianura, e che questa si converta in lago, ciò che accadrà tanto più facilmente se non si tratterà di una piccola montagna isolata, come è il Vesuvio, ma di una montagna grande ed unita con altre in modo che nella profonda cavità del cratere restata fredda vi si possano raccogliere le acque non solo piovane, ma ancora le altre che vi possono giungere pei meati della terra e che procedano da ricettacoli più lontani. Insieme con queste acque potranno venire nel nuovo lago ancora i pesci che fossero in quei ricettacoli, e moltiplicare nel nuovo lago che si è formato. Allorchè il volcano si accenderà o seguirà qualche moto intestino nelle sue più interne cavità, il primo effetto che dovrà seguire sarà quello di rompere e sollevare la volta che lo chiudeva, slanciare fuori tutte le sostanze che la formavano, e la materia che sarà vomitata la prima, debb' essere l' acqua del lago che

copriva la volta medesima. Questa ipotesi mi sembra che combini coi fenomeni accennati da Humboldt. I lunghi intervalli di riposo a cui sono soggetti quei volcani, possono dare luogo alla formazione dei laghi in qualche profonda parte del cratere lontana dal centro delle accensioni, e non è difficile il concepire che dalle grandi masse di terre che circondano i loro fianchi, scorrano per mezzo di conicoli sotterranei molte acque le quali vadano a formare ed alimentare i laghi suddetti. Le altre circostanze rilevate da Humboldt, che tali eruzioni fangose sono fredde, che la loro acqua non è salata ma dolce e che l' argilla contenuta in esse è carburata, danno luogo ancora a pensare che in quei periodi d'una apparente tranquillità, quei volcani passino allo stato di volcani freddi o gassosi, come quelli de' quali abbiamo parlato nella nota alla pag. 284 di questo volume. In tal caso la cagione che produce quelle eruzioni

singolari sarà non già il fuoco nè la condensazione dell' aria, ma un copioso e violento sviluppo di qualche gas, come sarebbe acido carbonico, idrogeno o idrogeno solforato; cioè quella stessa cagione che produce le eruzioni fangose de' volcani freddi della Crimea, della Sicilia e delle Salse reggiane e modenesi.

Dopo di avere esposto le principali operazioni de' volcani, è tempo che ci applichiamo a rintracciare le loro cause quanto lo permette lo stato delle nostre cognizioni. I luoghi che ora sono devastati e sconvolti dai medesimi, formano una piccolissima parte della superficie terrestre, ma non si può negare che una volta il loro numero sia stato maggiore e più grande ancora la loro attività, nè posso uniformarmi al parere del signor Patrin che nel nuovo Dizionario di *Storia naturale*, tomo XXIII, pag. 379 asserì che *il numero de' volcani attualmente ardenti è senza dubbio maggiore di quello che sia stato giammai;*

e siccome l' estensione delle spiagge dell' Oceano andrà sempre crescendo a misura che le sue acque si diminuiranno; così è probabile che il numero de' volcani vada crescendo nella stessa proporzione. Molte incoerenze si potrebbero osservare in quel passo del signor Patrin ed in quelle proposizioni avanzate con molta franchezza: mi ristringerò solo a dire che nel continente dell' Italia presentemente non vi è che il Vesuvio, e pure siamo certi che nel Vicentino e Padovano, nella Toscana, nello Stato Romano e nella Campania una volta i volcani hanno esercitato il loro furore: se però si uniscano insieme tutte queste contrade, formeranno ancora una piccola parte del continente italiano, e pare che il signor Patrin non abbia conosciuta l' Italia allorchè nel luogo sopraccitato contraddicendo a sè stesso scrisse che *tutte le parti dell' Italia, cominciando dal Veronese, Vicentino e Padovano sino all' estremità della Calabria, sono coperte di vestigia*

sicure di antichi volcani. Come si può combinare ciò colla proposizione precedente? Chè se poi usciamo fuori dell' Italia, le contrade volcanizzate divengono ancora più rare; ciò mi sembra dimostrare che la formazione di un volcano è un fenomeno non così comune, e che per conseguenza alla sua produzione sia necessario un concorso di cause le quali non è sì facile che si uniscano nella natura. L' opinione che è stata seguíta da molti è quella di dedurre le accensioni volcaniche dall' infiammazione degli strati di carbon fossile e di litantrace: molte osservazioni geologiche però dimostrano che tali sostanze non possono produrre un volcano. Nel Creuzot osservai nel 1800 un filone di litantrace che ardeva da parecchi anni senza che siasi annunziata esplosione alcuna. Il signor Patrin narra che nel dipartimento delle Bocche del Rodano, e precisamente nel luogo nominato la Galera, gl' incendj sotterranei consumano da

molti anni una gran quantità di carbon fossile, nè si sa che siasi formato alcun volcano. Nel paese di Sarrebruck esiste una montagna che brucia presentando ammassi di schisti piritosi ed alluminosi calcinati, alcuni de' quali hanno provato una fusione compita, altri una mezza fusione che ha dato a loro la densità, la frattura, la durezza ed il lucido della porcellana: un lato della montagna del Meysner dove ora è una miniera di carbon fossile, da 180 anni è in preda del fuoco. Pallas nel 1789 diede la descrizione di una montagna in Siberia, la quale bruciava da 12 anni. Potrei citare altri parecchi esempj di questo genere, ma mi restringerò solo ad uno famigerato e conosciuto da tutti i mineralogi. Presso s. Stefano nel Delfinato eravi nel luogo detto Riccamary una miniera di carbon fossile che s'era accesa in tempi dei quali non si è conservata la memoria, poichè in alcune antiche pergamene del secolo XIV quella contrada è

denominata la *Miniera ardente.* Essa per lo passato ha prodotto un vero incendio che si manifestava con fiamme; queste però erano tranquille; non si è formato alcun cratere o cono, nè vi è memoria di alcuna esplosione. Allorchè visitai quel luogo nel 1800, essendosi consumata la massima parte del carbone dopo un sì lungo spazio di tempo, la combustione era lentissima e si manifestava solo con deboli vapori. Le sostanze sulle quali il fuoco ha agito sì lungamente in questa contrada sono l'arenaria e lo schisto argilloso e micaceo, e sono molto interessanti le modificazioni che le medesime hanno ricevuto, mentre alcune sono ridotte allo stato di diaspro porcellana di Werner, ed altre a quelle di scoria del tutto simile alle volcaniche. Per quanto però abbia esaminato quel sito, non ho potuto rinvenire alcuna sostanza la quale si avvicini alle vere lave, o alcuno di quei corpi che sono sì frequenti presso i volcani. La combustione dunque dei

litantraci essendo tranquilla, continuata, e cessando del tutto quando la materia è interamente consumata, non sembra potersi applicare ai volcani, le esplosioni de' quali non solo sono grandi e terribili, ma dimostrano una causa che talora agisce per lungo spazio di tempo, talora si estingue e talora ben anche si riproduce. Queste alternative di riposo e di azione in uno stesso volcano non mi sembrano conciliabili coll' ipotesi degli strati di carbon fossile e di solfori metallici, materie le quali una volta che siano distrutte, non sembra che si riproducano. Ignoriamo l' epoca della prima accensione del Vesuvio, ma egli è certo che al tempo di Strabone questa montagna non solo era tranquilla del tutto, ma si era perduta ancora la tradizione delle sue prime accensioni, mentre quell' accurato storico e fisico, dandone la descrizione ed esponendo l'ubertosità de' suoi terreni, rileva con molta accuratezza essere tale la natura delle

pietre, da poter congetturare che quella contrada una volta era stata in combustione. Di fatto le pietre colle quali furono anticamente lastricate le strade sì di Pompeja come di Ercolano, erano lave volcaniche del tutto simili a quelle che presentemente getta il Vesuvio. Sotto il regno di Tito però, pochi anni dopo Strabone contemporaneo di Augusto e di Tiberio, cioè nel 79 della nostra era, incominciarono di bel nuovo le eruzioni. Da quell'epoca sino a noi quel monte si è riconosciuto da tutti per un volcano, benchè talora sia stato tranquillo per molti anni. Il suo più lungo periodo di riposo che si conosca, fu dal 1500 sino al 1631, nel quale spazio di tempo il cratere interno, divenuto accessibile sino alla profondità di un miglio, era vestito di piante e di grossi alberi, ed era un oggetto molto curioso il vedere gli animali pascolare e gli uomini tagliare le legne in un luogo da cui tante volte erano sortiti torrenti di fuoco. Il Vesuvio

essendosi riacceso nel dicembre del 1630, le sue eruzioni sono state più frequenti; non vi sono però mancati degl' intervalli di riposo, i quali sovente sono durati parecchi anni. Quest' intervalli di quiete e di azione che hanno i volcani non mi sembra che possano combinarsi colle accensioni de' solfori e de' carboni fossili, benchè vi si faccia intervenire l' azione dell' acqua ridotta in vapori; e parmi che la causa del volcano si debba rintracciare in una materia la quale non solo sia soggetta ad infiammarsi con esplosione e violenza, ma tale che la sua accensione possa essere alimentata e sostenuta lungo tempo, e nel caso che venga a cessare si possa riprodurre o nello stesso preciso luogo o in altro vicino.

Nel *Giornale di Fisica* (mese germile anno VIII, marzo 1800) v' è una *Memoria* del signor Patrin nella quale egli propone una nuova teoria chimica per ispiegare la formazione de' volcani e l' origine delle loro lave.

Egli parte dall' osservazione che tutti i volcani senza eccezione sono presso il mare, ed a misura che il mare si è allontanato dai volcani antichi, questi si sono spenti (*): deduce da ciò che il principale alimento de' volcani è l'acido muriatico, il quale giornalmente si forma ed esiste libero nella superficie delle acque del mare, e per la sua maggiore specifica gravità può scendere verso il fondo. Trova allora gli schisti argillosi primitivi, s' introduce tra le loro lamine, ed incontrandovi molti ossidi metallici, toglie a questi il loro ossigeno e diviene acido muriatico ossigenato. Quelle sostanze metalliche però spogliate dell' ossigeno, lo ritraggono di nuovo dall' aria e dall'acqua, e ritornano a

(*) Convien dire che il signor Patrin si fosse dimenticato di questa sna opinione quando redigeva gli articoli del *Nuovo Dizionario di Storia naturale*, mentre nel luogo poc' anzi citato (V. pag. 312) non avrebbe seritto che il numero dei volcani moderni va crescendo a misura che le acque dell' Oceano si diminuiscono e ti ritirano dalle spiagge.

perderlo per un nuovo afflusso d'acido muriatico. In tal modo si costituisce una circolazione d' acido muriatico che sorte dal mare, che diviene ossigenato pel contatto degli ossidi metallici, e questi rimangono sempre ossidi, perchè a misura che sono privati dell' ossigeno, di nuovo lo attraggono. Quest' acido muriatico ossigenato, attratto dalle foglie schistose le quali fanno le veci di tubi capillari, si diffonde e si propaga a distanze molto lontane; incontra da per tutto i solfori di ferro di cui sono pieni gli schisti, e li decompone con violenza. Succede allora un forte sviluppo di calorico, una formazione d' acido solforico e decomposizione d' acqua per mezzo del carbone. Una porzione dell' idrogeno di quest'acqua si combina col carbone ed un poco d' ossigeno, e forma dell'olio: l'acido solforico si combina con quest' olio e forma il petrolio; l' altra porzione dell'idrogeno è infiammata dal nuovo gas muriatico ossigenato: il petrolio

ridotto in gas s' infiamma ancor esso ed incomincia l' incendio: il signor Patrin poi crede che quest'incendio finirebbe presto se un' altra materia non concorresse a raddoppiarne l'attività, ed egli suppone che questo sia il fluido elettrico del quale si prevale ancora per ispiegare l' origine delle lave e delle materie solide rigettate dai volcani. Stabilisce dunque che il solfo abbonda nelle lave, che il solfo è il fluido elettrico concreto, in quella guisa che il diamante è la concrezione del carbonio; che il fosforo è una combinazione del solfo con un'altra sostanza, forse la luce. L'infiammazione poi del gas idrogeno per la detonazione elettrica gli sembra provare in una maniera diretta la presenza del fosforo nel fluido elettrico. La formazione giornaliera del solfo e del fosforo negli esseri organici fa pensare al signor Patrin che siano dovuti alla presenza d'un fluido sparso universalmente, e questo crede non poter essere altro che il fluido

elettrico. Ammettendo la presenza del fosforo nel fluido elettrico, gli attribuisce la proprietà di fissare l' ossigeno ed alcuni altri gas sotto forma solida, in guisa che viene a stabilire il principio che le materie solide vomitate dai volcani, sono dovute a sostanze gassose divenute concrete e sono il prodotto delle medesime, come i fiumi sono il prodotto della circolazione delle acque. Particolarmente poi risguarda la terra calcaria come un prodotto della concrezione d' una parte d' ossigeno e d' azoto, ed in tal modo egli spiega la formazione della terra calcaria e di quelle masse calcarie le quali egli asserisce che sono vomitate sovente dal Vesuvio ed han posto a tortura l'ingegno de' naturalisti.

Questa, se mal non mi appongo, è in ristretto l' ipotesi del signor Patrin, alla quale non si può fare certamente il rimprovero d' essere troppo semplice. Egli ha fatto giocare quasi tutte le combinazioni chimiche

possibili: molte però mancano di ogni verisimiglianza e sono fondate sopra principj soggetti a molte eccezioni. Chi bramasse vederne un'estesa confutazione, vegga la *Memoria* del signor G. A. De-Luc inserita nel *Giornale di Fisica*, frimale anno IX: mi restringerò a poche riflessioni. Egli stabilisce, 1.° che tutti i volcani attivi siano presso il mare: ciò non si verifica nei volcani d'America, alcuni de' quali sono nell' interno del continente. Il volcano di Giorullo si è aperto nel 1756 in un luogo distante dal mare trentasei leghe e dove esistevano tracce di antichi volcani; 2.° che i volcani si estinguono a misura che il mare si allontana da essi. Senza sortire dall'Italia, il Mediterraneo bagna ancora le basi de'crateri di Astroni, del Gauro, d'Averno ecc.; e le isole d'Ischia, di Procida, di Ponza sono circondate ancora dal mare, e ciò non ostante i volcani di questi luoghi sono spenti. Se i volcani altro non sono che i canali pei

sostanze e cristallizzazioni, appartenevano agli strati interni che il volcano ha rotto ed infranto nelle sue prime esplosioni.

Due anni prima che il signor Patrin pubblicasse il suo sistema, io mi era occupato dello stesso argomento. Nella *Topografia Fisica della Campania* stampata nel 1798, alla pag. 202, proposi un'idea alla quale diedi un maggiore sviluppo nell'*Appendice* dalla pag. 355 sino alla pag. 364, ed in una *Lettera* scritta in francese al signor Thomson ed inserita nel *Giornale letterario* di Napoli, vol. CVI, 1.° settembre 1798 (*). Le mie congetture però erano limitate solo al Vesuvio, poichè mi sembra molto probabile che le cause generali da cui dipendono le accensioni de' volcani, possano avere delle modificazioni corrispondenti alla diversa natura dei luoghi ne' quali i medesimi si formano.

(*) Per mia giustificazione, come si conoscerà di poi, sono obbligato di rilevare per minuto queste circostanze le quali possono sembrare inutili.

La causa principale sarà la medesima; questa però potrà ricevere alcune modificazioni dipendenti dalla diversa natura de' luoghi. Sì l' Etna come il Vesuvio sono volcani ardenti, e pure i vapori del primo abbondano di acido solforico, quelli del secondo d'acido muriatico. Ecco dunque come io ragionava riguardo al Vesuvio nel 1798.

Mi sembrava che le sue accensioni non si potessero attribuire nè ad una miniera di carbon fossile, nè a piriti o solfori metallici che fossero in deflagrazione. L'antichità molto remota del volcano, la moltiplicità, l' intensità e l' intermittenza de' suoi incendj non si possono combinare con questa ipotesi. I solfori di ferro una volta che sieno infiammati si avvicinano alla loro distruzione, ed in una miniera di carbon fossile accesa il fuoco si debbe smorzare dopo qualche tempo, consumata che sia la sostanza carbonosa: ciò non ostante però i solfori metallici si possono decomporre

tranquillamente e per molti secoli, ma senza infiammarsi, e nella loro decomposizione produrranno vapori e calore: ne abbiamo degli esempj nei Lagoni della Toscana e nella Solfatara di Pozzuolo, la quale, sino dal tempo di Strabone, produceva molti vapori.

Nella catena dell'Apennino che passa all'*est* del Vesuvio, vi sono molte materie bituminose, e pare che in questo tratto di paese vi sia una gran quantità di carbon fossile o di argilla bituminosa. Ne abbiamo delle tracce in Gifone nel principato di Salerno, nella provincia di Monte Fusco e ne ho trovato ancora degl'indizj nei contorni di Benevento. La pietra calcarea fetida di Castellamare è penetrata di bitume, ed il calcareo fetido suole essere vicino alle sostanze bituminose. In questa medesima catena di montagne vi sono dei solfori di ferro, e se se ne incontrano nella superficie della terra, è probabile ancora che ne esistano nel seno delle stesse montagne. È molto probabile ancora che i solfori

di ferro sieno o mescolati alle sostanze bituminose o poco distanti da esse. I carboni fossili e le piriti il più sovente giacciono nelle stesse contrade. Se le piriti penetrate dall'umidità si decompongono lentamente e senza infiammazione, ne risulterà un calore il quale agirà sopra le sostanze bituminose e ne farà distillare il petrolio. In oltre i carboni fossili sono ricchi in solfo ed in ammoniaca, sostanze le quali si dovranno unire al petrolio che ha il potere di scioglierle.

Nel luogo pertanto dove è posto il Vesuvio, concepisco de' vôti e delle caverne sotterranee, nè parmi che si possa dubitare della loro esistenza ed estensione. Tutta la materia che forma il Vesuvio ed il Monte Somma e la base di queste due montagne, parecchie miglia all' intorno (materia la quale è stata o fusa o modificata dal fuoco, o gettata in pezzi distaccati dalla forza dell' esplosione), tutta questa materia, dico, essendo sortita dalle viscere della terra, vi ha dovuto

lasciare molte caverne, ed in queste attualmente lavora il volcano estendendo sempre più il suo focolare. Considero come assolutamente falsa l' opinione di Buffon e di alcuni altri naturalisti i quali hanno preteso che la fornace de' volcani sia posta nella massa medesima della montagna e poco lungi dalla sua sommità. In queste caverne sotterranee dunque concepiva che si radunasse il petrolio che distilla dagli Apennini. Mi sembrava molto probabile che al petrolio si unisse una materia fosforica e qualche quantità d' acqua impregnata di muriato di soda. La prima congettura era fondata sull' osservazione che la pietra calcaria dell'Apennino di Castellamare presso il Vesuvio, polverizzata e gettata sul fuoco dà una luce fosforica verdastra come quella dell' Estremadura e di Marmarosch. Più volte ho ripetuta questa osservazione sopra alcune varietà di carbonato calcario di quel sito, e sempre l' ho trovata verificarsi. Si è qualche

tempo creduto che il fosforo ed il suo acido appartenessero esclusivamente alle sostanze animali, ora però si conosce che sono abbondanti nei fossili. Per quello poi che risguarda l'acqua carica di sal marino, inclinava a credere che la medesima ancora si radunasse nei vôti del Vesuvio insieme al petrolio attesa la quantità di sale marino che vi è negli Apennini all' *est* del Vesuvio. Le acque di Castellamare sono cariche di muriato di soda; presso le rovine di Pesto vi è un fiume d'acqua salata, e nei contorni d'Avellino vi sono molte sorgenti d'acque salate. Siccome tutti i fluidi che circolano nel globo tendono alle parti più profonde, cioè al mare; così sembra molto verisimile che queste diverse sostanze fluide si dirigano pei conicoli sotterranei alle profondità del Vesuvio posto alla spiaggia del mare. Il petrolio, essendo specificamente più leggiero dell' acqua salata, debbe galleggiare: esso è volatile; e siccome fornisce

del gas idrogeno, s' infiamma assai facilmente. Se una corrente di materia elettrica fulminante si diffonda nelle caverne del volcano, dovrà infiammare il petrolio. La quantità di materia elettrica che si sviluppa nelle eruzioni ed i tuoni sotterranei che sono frequentissimi in tali circostanze, danno molta verisimiglianza a questa congettura. Aggiungerò che senza l' intervento dell' elettricità potrà seguire qualche accensione per un cambiamento di temperatura, prodotto da qualche fermentazione sotterranea. Non veggo alcun principio di Fisica che ripugni a questa ipotesi, la quale in ogni sua parte è fondata sulle osservazioni locali, e parmi che soddisfaccia ancora ai fenomeni. Con essa si può rendere ragione delle accensioni volcaniche e della loro intermittenza: si vede ancora l'origine, 1.° dell'acido muriatico che abbonda nel fumo del Vesuvio; 2.° del muriato d'ammoniaca e del muriato di soda che si sublimano nei vapori

di alcune lave: quella del 1794 fu ricchissima in questi due prodotti salini; 3.° della quantità d'acido carbonico che si sviluppa in ogni eruzione; 4.° del solfo e dell' acido sì solforico come solforoso secondo i diversi gradi di ossigenazione. In quest' ipotesi ancora si può conciliare l'opinione di quei fisici i quali vogliono fare agire assolutamente l' acqua nell' eruzioni volcaniche. Ho già esposte le ragioni per le quali non posso persuadermi della comunicazione del mare coll' interno de' volcani, ed in una montagna piccola, isolata e composta di sostanze successivamente rigettate com'è il Vesuvio, non posso imaginare dei ricettacoli d' acqua, le cui pareti si aprano in qualche convulsione della montagna. Se l'acqua ridotta in vapori è la forza di cui la natura si serve per produrre l' eruzioni, se qualche volta i volcani hanno gettato de' torrenti d' acqua, mi sembra più ragionevole il pensare che in qualche sito delle

voragini volcaniche nei momenti di tranquillità vi si possa radunare una quantità d' acqua, la quale seguendo l'accensione si solleverà nello stato di vapore , conserverà questa forma sino a che sarà racchiusa nelle pareti del volcano infiammato, e raffreddandosi pel contatto dell' aria esterna si condenserà in fluido. Le stesse fenditure per le quali è passato il petrolio con l' acqua carica di muriato di soda, presentano un libero passaggio all'aria che penetra nelle viscere delle montagne e ne riempie i vôti. Non è senza una ragione che i poeti hanno posto la reggia di Eolo nelle caverne de' monti. Il fuoco acceso nelle profondità del volcano assorbirà l' aria da tutti gli spiragli che vi sono diretti, e quanto più questi saranno ristretti e prolungati , tanto maggiore ancora sarà l'azione del vento: questi spiragli faranno l'officio de'canali d'aria. Se vi è qualche difficoltà nell'ammettere la circolazione dell'aria nell' interno del volcano acceso, e se

non si vuole riconoscere la presenza dell' aria atmosferica nemmeno nel principio dell'incendio, pare che non si possa escludere da quelle immense caverne una grande umidità, cioè una considerabile quantità d'acqua ridotta allo stato di vapore, e questa colla sua decomposizione potrebbe fornire l'ossigeno alla materia combustibile: se col petrolio vi è ancora il fosforo, le accensioni dovranno seguire con maggiore facilità.

Ciò che ho riferito sin ora, è contenuto nella sopra citata *Appendice* e nella *Lettera* in francese da me scritta al signor Thomson nel gennajo del 1798. Due anni dopo, essendo in Parigi, lessi nel *Giornale di Fisica* pel mese germile anno VIII (marzo 1800) la *Memoria* del signor Patrin, in cui egli esponeva la sua dottrina, ed in una nota faceva menzione di me, scherzando con un tuono molto acconcio a pormi in ridicolo. Nella *Topografia fisica*, alla pag. 202, aveva riportato semplicemente il fenomeno

che alla base meridionale del Vesuvio, in distanza poco meno di un miglio dalla spiaggia, vi è nel mare una sorgente di petrolio, ed aveva soggiunto che su questo fatto si sarebbe potuta fondare qualche congettura relativamente al volcano, imaginando un vasto ricettacolo di bitume, idea che aveva sviluppato nell'*Appendice* alla medesima opera e nella *Lettera* sopra citata al signor Thomson. Ecco come il signor Patrin si diverte a mie spese, ma fuori di proposito alla pag. 265 del suddetto *Giornale*. *Breislak suppone che questo petrolio venga da un immenso ricettacolo di bitume posto sotto il Vesuvio, e che fornisca l'alimento ai suoi fuochi: ma se vi fossero degl' intraprenditori i quali facessero degli scavi per estrarre questo bitume, sicuramente non sarebbero più felici di quelli che al principio di questo secolo fecero degl' immensi lavori per trovare de' banchi di sale gemma che, secondo loro, doveva alimentare le sorgenti salate di Bex nella Svizzera. Tutti*

i loro lavori finirono col trovare una roccia gessosa. Leggendo la storia di questi lavori, mi pareva di vedere quelli di un uomo il quale cercasse un magazzino di catrame sotto una selva di pini, o una sorgente di limonata al piede d'un albero di cedro. In tutti questi casi conviene rammentarsi l'allegoria del dente d'oro. Queste applicazioni giocose date alla semplice esposizione di un fatto, non potevano riescirmi grate: ne feci lagnanza con un rispettabile mineralogo di Parigi suo e mio amico, e mi contentai delle graziose espressioni che mi fece giungere per di lui mezzo. Pochi mesi dopo si pubblicarono i miei *Viaggi fisici e litologici*, nei quali nel cap. VII, sotto il titolo *Vedute e congetture sopra le infiammazioni del Vesuvio*, proposi le stesse precise idee che aveva annunziato nell'*Appendice alla Topografia* e nella *Lettera* al signor Thomson. Non credei conveniente il fare parola del sistema del signor Patrin, già confutato dal signor

De-Luc, perchè se mi mostrava informato del suo scritto, avrei dovuto difendermi da quegli scherzi ch' egli aveva cercato d'applicarmi; e siccome alcune sue idee erano già state proposte da me due anni prima in un' opera ch' egli sicuramente aveva letto, perchè ne aveva citato e posto in ridicolo uno squarcio, così aveva diritto di reclamarle: lontano però da ogni contestazione letteraria, preferii un assoluto silenzio, e non feci menzione alcuna del signor Patrin. Convien dire che questa mia prudente condotta lo abbia irritato, poichè nei diversi articoli da lui stesi nel *Nuovo Dizionario di Storia naturale applicata alle arti*, stampato in Parigi negli anni 1803 e 1804, sovente fa menzione di me, ora mi onora con lodi che non merito, ed ora mi regala delle critiche le quali parmi egualmente di non aver meritato. Tra queste la più ingiusta e la più sensibile è quella di plagiario e di essermi attribuito le sue idee. Veggasi il tomo

III, art. *Bitume*, pag. 184; tomo XVII, art. *Pétrification*, pag. 353 ed il tomo XXVIII, art. *Volcans*, pag. 428; e con maggior forza nella pag. 445. Per non annojare il lettore cito solo quei passi che mi sono caduti sotto gli occhi. Non posso però dispensarmi dal far osservare al signor Patrin, 1.° che la sua ipotesi è del tutto diversa dalla mia. I suoi principali articoli sono: *la circolazione dell'acido muriatico e sua ossigenazione negli schisti argillosi: la continua disossidazione e riossidazione delle sostanze metalliche racchiuse negli schisti: la formazione dell'olio per la combinazione dell'idrogeno e del carbone coll'ossigeno, e quella del petrolio per la combinazione dell'olio coll'acido solforico: la presenza del solfo e del fosforo nel fluido elettrico:* finalmente *la formazione delle lave e delle materie solide per la concrezione dei gas;* nessuna di queste idee ha luogo nelle mie congetture. 2.° Se mai si dovesse trattare la causa di plagio, domando sopra

chi potrebbe cadere il sospetto, sopra quello che ha pubblicato le sue idee nel 1798, o sopra colui che le ha stampate nel 1800? Il signor Patrin ha scritto che io ho preso il suo sistema, e l'ho travisato presentandolo in una maniera molto vaga: credo di poter dire con maggiore giustizia ch' egli ha preso le mie poche idee semplici, fondate in qualche modo sopra osservazioni, e per conseguenza probabili, e le ha caricate di tante combinazioni puramente arbitrarie, che le ha rese inverisimili. Non sarei entrato in questa discussione, se quell' ingiusto rimprovero non mi venisse fatto e ripetuto tante volte in un'opera famigerata per la giusta celebrità dei suoi collaboratori, e ch' è per le mani di tutti gli amatori della Storia naturale. Chiunque rifletterà al tempo d' otto anni che ho lasciato trascorrere prima di parlarne, comprenderà facilmente quanto poco peso abbia dato alle parole del signor Patrin, e quanto sia nemico delle controversie letterarie.

Tornando ora ai volcani, parmi che il bitume fluido ovvero petrolio sia la materia colla quale più facilmente si possono spiegare le operazioni volcaniche, e ch' esso sia il principale agente di questi terribili fenomeni, non ostante che la sua azione possa essere modificata nei diversi luoghi dal concorso di altre sostanze. Bergman, confrontando i prodotti volcanici e i fenomeni che si osservano in diversi luoghi e che comparvero sino da quei tempi in cui le storie descrivono le mutazioni notabili in alcune parti della superficie terrestre, vi trovò una corrispondenza di materie e di operazioni da non poter dubitare che *una stessa sia la cagione di tutti i volcani*, i cui effetti sono più o meno modificati dalle circostanze. Questa cagione generale parmi che sia il petrolio il quale è diffuso in una somma abbondanza nel regno fossile: essendo fluido scorre pei meati della terra, e circola pei canali interni come l' acqua; se

ne può formare in qualche luogo un ricettacolo il quale si consumerà per una combustione prodotta con taluna di quelle combinazioni che sono sì frequenti nella natura: l' incendio durerà sino a che non sia consumato il lago del petrolio, e sarà più o meno intenso secondo i gradi d' intensità che avrà la combustione e secondo la quantità della sostanza combustibile: consumata che sia la materia e cessato l' alimento, rimarranno sospesi i fenomeni sino a che si raduni un' altra massa sufficiente di fluido bituminoso e sopraggiunga una causa atta ad infiammarlo. Se la maggior parte de' volcani è presso il mare, ciò indica, a mio parere, che la loro causa produttrice è una materia la quale nella sua circolazione per l' interno del globo tende sempre alle parti più profonde com' è proprio de' fluidi: sul continente le parti più basse sono le più vicine al mare, e siccome i fluidi che scorrono nella superficie della terra si

dirigono al mare, così quelli che possono circolare nell' interno del globo, dalla forza di gravità sono trasportati verso la grande profondità del mare, quanto lo permettono le comunicazioni sotterranee. Gli ammassi di petrolio si possono formare, consumare e rinnovare, possono ancora cessare del tutto se si esaurisca la loro sorgente o questa prenda un'altra direzione, come veggiamo accadere nei corsi sotterranei delle acque; possono ardere tranquillamente e possono formare una combustione rapida secondo le combinazioni nelle quali s' infiammano o le materie a cui si mescolano. Il signor Patrin trova quest'idea soddisfacente pel Vesuvio; la rigetta però trattandosi di altri volcani pei quali non saprebbe dove trovare l' alimento: egli però non ignora con quale profusione il bitume fluido sia sparso in tutte le parti del globo, e sa benissimo che pozzi abbondanti di petrolio sono in diverse parti dell' Italia, che la Sicilia abbonda

di petrolio, che nel golfo di Bengala nell'Asia si estrae il petrolio da 500 pozzi, che in Persia vi sono pozzi abbondantissimi di petrolio, che sul Mare Caspio se ne ricava una quantità sì grande da formare al principe di quel luogo una rendita di duecento mila franchi, che nell' isola di Summatra nella quale ardono quattro volcani, sono molto comuni le sorgenti di petrolio, che in una miniera di carbon fossile d'Inghilterra si vide scorrere qualche tempo un fiume sotterraneo di bitume, che alla base del Caucaso nella penisola di Abscharan, secondo le relazioni di Bieberstein, presso alcuni laghi di acque salate vi sono copiose sorgenti di bitume e di nafta, finalmente che Dampier parla di un bitume fluido che sorge sulla costa di Amapalla nel Messico, dove vi è un terribile volcano, fenomeno molto simile a quello che si osserva nel mare alla base del Vesuvio. Nel dipartimento del Puy-de-Dome che in diverse epoche è stato

sconvolto da' volcani, abbondano le materie bituminose, e merita molta riflessione l'unione che vi è nel dipartimento dell'Herault delle sostanze volcaniche con sorgenti di petrolio e stagni d'acqua salata (V. le *Considerazioni* sopra quel dipartimento de' signori Marcello di Serres e Floriau de Bellevue nel *Giornale delle Miniere*, n.° 141). Chiuderò il catalogo di queste notizie col riferire, 1.° Un' osservazione di Dolomieu riportata alla pag. 98 della *Dissertazione di Bergman sopra i prodotti volcanici*, stampata in Firenze colle sue note: *Le recenti scorie che coprono le lave danno bene spesso indizj non equivoci d'olio di sasso: sono grasse, untuose, filigginose e fan detonare il nitro, ma perdono in breve tempo quelle parti oleose e non ne ritengono alcun vestigio.* 2.° Un fatto il quale parmi che dia molto peso alla mia opinione: i signori Gay-Lussac, Buch e Humboldt, essendo saliti sul Vesuvio mentre il volcano era in attività,

furono inviluppati da una massa di vapori molto densi e neri: quale fu la sensazione che simultaneamente provarono? *Si sente l'asfalto*, l'uno disse all'altro: *quest'odore è precisamente quello del petrolio*: tale impressione si rinnovò tutte le volte che furono inviluppati dagli stessi vapori (V. *Biblioteca Britannica*, tomo XXX, pag. 251). Allorchè nel 1798 pubblicava le mie idee, non poteva lusingarmi che le medesime, sette anni dopo, dovessero ricevere tanto peso da una osservazione così uniforme, e, sarei per dire, decisiva di tre persone così autorevoli. Se però la sorgente di petrolio che si vede nel mare alla base del Vesuvio, mi fece nascere il pensiere di applicare questa materia a spiegare l'origine delle sue accensioni, molto prima di me quest'opinione era stata proposta dall'illustre Bergman, il quale nel petrolio trovò una delle materie più acconce per la spiegazione de' fenomeni volcanici; talchè non ho fatto altro che riprodurla

con qualche modificazione e dare alla medesima uno sviluppo maggiore. Nella sua *Dissertazione de' prodotti volcanici*, § 16, propone la questione: *Come nelle caverne sotterranee nasca il fuoco e con quali mezzi si conservi*, e la risolve, osservando che in tutto il regno fossile non si conosce cosa più adattata a quest' oggetto dell'olio di sasso: gli accesi litantraci mostrano giornalmente con quale veemenza ardano gli olj o segregati o uniti ad una base terrestre: un fumo copioso accompagna sempre l'abbruciamento, e Bergman crede verisimile che quello densissimo e nero il quale sgorga talvolta in gran copia e con veemenza dai crateri volcanici, si debba attribuire all'olio di sasso: siccome fiumi di nafta e di bitume liquido sortono in più luoghi della superficie terrestre, così egli pensa che non si possa obbiettare la mancanza di questa materia nel seno della terra.

Il signor G. A. De-Luc nelle sue *Osservazioni generali sopra i volcani*,

inserite nel *Giornale delle Miniere*, n.° 69, ha proposto la seguente congettura. Se noi applichiamo la nostra attenzione sopra tutti i volcani attivi, li veggiamo posti alla sponda del mare o circondati da esso. L' acqua dunque del mare è quella che eccita le fermentazioni delle materie infiammabili che danno origine ai volcani, in quanto ch'essa tiene in dissoluzione alcuni sali la cui unione è necessaria per produrre queste fermentazioni, ed allorchè noi veggiamo de'volcani presso il mare o circondati dalle sue acque, i quali non bruciano più, ciò accade perchè sono esaurite le materie infiammabili che gli hanno fatti nascere; allora, secondo il signor De-Luc, questi si debbono chiamare *Volcani spenti.* Non è lo stesso delle montagne volcaniche poste nell' interno de'continenti: esse hanno bruciato allorchè i continenti medesimi erano sotto le acque del mare ed hanno cessato di bruciare quando restarono in secco. Queste montagne

volcaniche continentali egli pensa che potrebbero ancora infiammarsi, se accadesse per un'ipotesi che il suolo su cui riposano, divenisse novamente fondo del mare, poichè, egli è possibile che le materie infiammabili le quali le hanno prodotte, non fossero ancora esaurite quando il mare le abbandonò. A questi volcani il signor De-Luc attribuisce la denominazione di *antichi*. Egli però conosce molto bene i Campi Flegrei che ha visitato, e particolarmente il Monte Nuovo di cui nella citata *Memoria* fa una dettagliata menzione. Questo volcano si infiammò nel 1538, e s'innalzò dalle acque del lago Lucrino contiguo al lago d'Averno. Ora sappiamo dalla storia che M. Agrippa per ordine di Augusto formò una comunicazione tra il golfo di Baja ed il lago d'Averno per mezzo del lago Lucrino, ed è indubitato che il lago d'Averno molti secoli prima d'Augusto era stato un volcano, come si riconosce dalla forma ancora intatta del suo cratere.

Ecco dunque un volcano che posto alla sponda del mare si estinse molti secoli prima della nostra era, e molti secoli dopo si riaccese nello stesso preciso luogo. Strabone ci ha lasciato un quadro orribile e forse troppo caricato delle antiche rivoluzioni volcaniche dell'isola d'Ischia, nella quale dopo un riposo di molti secoli nel 1302 si riaccese il volcano e vomitò quel gran torrente di lava che si dice *dell' Arso*. Il signor Humboldt ci ha fatto conoscere il volcano Giorullo nell'America, il quale nel 1756 s' infiammò in un sito distante dal mare trentasei leghe, dove vi erano le vestigia di antichi volcani spenti in quell' epoca. Sembra dunque che la lontananza e la prossimità del mare ai monti ignivomi non abbia alcuna relazione ai loro periodi d' infiammazione o di tranquillità, che questi dipendano da un concorso di cause che ora agiscono, ora restano sospese, e di materie che ora si raccolgono, ora si disperdono, e che se molti

volcani sono nelle vicinanze del mare, ciò dipende dalla ragione che abbiamo accennato poc'anzi, cioè dalla direzione che hanno le sostanze bituminose fluide verso le parti più basse e più profonde della terra, mentre circolano pei suoi canali interni. Inoltre i sali che sono contenuti nelle acque del mare, cioè il muriato di soda ed i muriati e solfati terrosi, non pare che possano contribuire a produrre le fermentazioni nelle sostanze che noi conosciamo. Potrà l'acqua produrre la fermentazione, cioè la decomposizione delle piriti, ma per tale effetto basta qualsivoglia acqua, nè è necessaria quella del mare.

Prima di terminare questo capitolo debbo fare menzione dell'ingegnosa applicazione che si è fatta dal celebre Davy delle sue nuove dottrine alla spiegazione de'fenomeni de'volcani. I metalli che sono basi delle terre, non possono esistere puri nella superficie del globo, ma egli crede

possibile che formino parte del suo interno. Questa supposizione spiegherebbe i fenomeni de' volcani, la formazione delle lave e gli svolgimenti di calore sotterraneo, ammettendo che l' acqua e l' aria qualche volta penetrino sino agli strati che rinchiudono queste materie: in queste circostanze pensa Davy che dovrebbe succedere un intenso sviluppo di calore, e che nello stesso tempo si potrebbero formare molte sostanze terrose e pietrose mediante l' ossidazione di queste basi metalliche. Due sono le principali difficoltà che incontro nell'ammettere questa ipotesi; la prima è la somma leggerezza delle sostanze metalliche di Davy e che non combina colla gravità specifica che debbono avere le rocce interne del globo (V. pag. 50, Parte I): la seconda è che parmi difficile che nella ossidazione di quelle sostanze possa svilupparsi tanto calore quanto se ne richiede per assegnare una causa proporzionata agli effetti.

CAPITOLO ULTIMO.

DEL BASALTE.

Giacchè i litologi hanno adottata la denominazione di *Basalte* data da Plinio ad una roccia dell' Etiopia, parmi ragionevole l'indicare con essa quelle sole sostànze pietrose le quali hanno i caratteri esterni simili a quelli che furono osservati e descritti da Plinio, cioè il colore, la durezza e la grana del ferro. Merita di essere letto ciò che Fortis ha scritto sopra questo articolo di nomenclatura nella *Geologia del Vicentino*, p. 173, e sono persuaso che la questione sì dibattuta sull' origine de' basalti sarebbe una volta decisa, se i litologi fossero d' accordo sulla qualità della roccia a cui si debbe applicare tal nome.

Sono pochi anni che le opinioni de' naturalisti erano diametralmente opposte sull' origine de' basalti, e mentre alcuni ne attribuivano generalmente la formazione al fuoco, altri

non volevano ammettere che la precipitazione nell' acqua. Merita tra i primi una particolare menzione il signor cavaliere Hamilton il quale imaginò che nell' interno de' volcani le grandi masse di materie fuse dal fuoco, qualche volta o per una fusione tranquilla o per la maniera del loro raffreddamento si cristallizzino, prendendo la forma prismatica: estinguendosi di poi il volcano e distruggendosi il cratere pel crollamento delle parti fragili ed incoerenti, le sole rocce basaltine restino in piedi e divengano visibili. Siccome però non si può combinare la tessitura e la regolarità delle sostanze cristallizzate con quella grande variabilità ed incostanza che si osserva negli angoli, nel numero delle facce de' prismi basaltini e nella disposizione delle parti che compongono le loro masse; così non sembra potersi ammettere l'idea di Hamilton, benchè si riconosca vera per quella parte che risguarda l'origine volcanica de' basalti, tanto più

che questi si trovano molte volte non solo nei volcani spenti, ma ancora negli attivi e nelle correnti che sono sortite fuori del cratere.

Da qualche tempo a questa parte vi è stato un principio di avvicinamento tra i geologi, e sembra che siasi proposta una specie di transazione per cui si era convenuto di riconoscere la possibilità della formazione de' basalti sì per la via del fuoco come per quella dell' acqua, rimettendo alla ispezione delle circostanze de' luoghi e delle materie aggiacenti il determinare quale di queste due cause abbia agito allorchè si tratti individualmente de' basalti di qualche contrada. Molti hanno adottato questo progetto, e tra gli altri Dolomieu: la lava sortita dal Vesuvio nel 1794 ha molto contribuito alla persuasione di parecchi nettunisti, e trovandomi allora in Napoli ho udito qualche illustre mineralogo del *nord* ritrattare le sue opinioni. L'autorità del signor Leopoldo De-Buch ha

finito di convincere i geologi ragionevoli. Questo dotto naturalista, molto versato nella mineralogia tedesca ed uno de' più dotti allievi della scuola di Werner, dopo di avere bene esaminata quella corrente di lava, così la descrisse in una lettera, inserita nella *Biblioteca Britannica*, volume XVI, pag. 228: *Quando si distaccano i pezzi dal suo interno, è impossibile il ravvisarvi un solo carattere che la distingua dai nostri basalti della Boemia, della Slesia, dell'Assia e della Sassonia. La massa è compatta, senza nitore, grigio-nerastra, priva di pori e di fori. Sembra dunque interamente decisa la questione se il basalte può essere prodotto dai volcani: il dubitarne ancora sembra volere portare troppo lungi lo scetticismo: sarebbe però troppo ardita cosa il concludere da ciò che ogni basalte è una lava.* Sopra quest' ultime parole del signor Buch si debbono fare alcune riflessioni: 1.° Nella fisica ha sempre avuto una gran forza l'argomento di

analogía, e quando questo è ben condotto ci apre la strada a molte verità alle quali se non possiamo giungere, possiamo almeno accostarci, ragionando sopra ciò che si conosce. Le rocce basaltine, delle quali possiamo con certezza conoscere l'origine, sono tutte prodotte da volcani; sembra dunque che lo stesso si debba pensare ancora di quelle delle quali, attesa la loro antichità, non possiamo più rintracciare il principio. 2.° Nelle lave de' volcani abbiamo, per confessione del signor Buch, una roccia basaltica formata con evidenza e certezza dal fuoco: si mostri ora un' altra roccia basaltina la quale abbia un' origine diversa ma egualmente certa ed indubitata. Questo basalte, la cui formazione acquosa sia certa, sicura, evidente, e succeda sotto i nostri sensi come quella del basalte lava, ancora non si conosce. Tutti gli argomenti de' nettunisti sono indiretti, cioè tendono a provare che alcuni basalti non possono essere

stati prodotti dal fuoco. Tra questi argomenti non ne ravviso alcuno il quale mi sembri convincente, e tutti presso a poco si riducono a quelli che sono stati proposti dal signor Richardson nelle due lettere al celebre signor Pictet ed inserite nella *Biblioteca Britannica*, tomo XVIII, pag. 313 e 413 (*). La prima risguarda i basalti della penisola di Port-Rush

(*) Lo stesso dotto autore in altre due lettere scritte al signor Davy ed inserite nella stessa raccolta, tomo XLIV e XLV, ha trattato della struttura delle rocce basaltine di Derry e di Antrim al *nord* dell'Irlanda, senza però entrare nella questione sull' origine de' basalti. Nella prima lettera descrive con molta precisione le stratificazioni basaltiche e la costruzione interna delle masse basaltine prismatiche di quel luogo; nella seconda dalla considerazione de' fenomeni geologici di quella contrada passa ad una ricerca più generale sull'origine delle ineguaglianze distribuite irregolarmente sulla superficie del globo, le quali egli crede originate dall' azione di cause *gigantesche* e *sorprendenti* che hanno tolto e trasportato non si sa dove le parti intermedie di cui non si trovano più le tracce. È da notarsi che in questa seconda lettera, parlando della struttura geologica della contrada che descrive, osserva che i massi basaltici sono posti sopra uno strato di pietra calcaria bianca.

in Irlanda, ed in essa fondato sopra i fenomeni che vi si osservano, rigetta del tutto l'ipotesi della loro formazione per la via del fuoco. Nella seconda, paragonando i caratteri dei basalti di altre contrade dell'Irlanda e del famigerato pavimento de' Giganti con quei de'basalti della Sicilia, descritti da Dolomieu, ne dimostra l'analogía, e stabilisce che i basalti dell'Irlanda non sono stati prodotti dal fuoco nè secondo la maniera dei Volcanisti, nè secondo quella de' loro riformati i Plutonisti (V. pag. 289, Parte I); dal che deduce che lo stesso giudizio si debba formare ancora sopra i basalti della Sicilia, poichè la somiglianza tra le due contrade e le due sostanze basaltiche autorizza a concludere che la loro origine sia stata uniforme. Il signor Richardson estende tale analogía ancora ai basalti di Bolsena, fondato sulla descrizione che ne dà Ferber nella *Lettera VII*. Le osservazioni fatte da Richardson nella penisola di Port-Rush e ch'egli

crede non potersi combinare colla fluidità ignea, sono le seguenti:

La faccia occidentale della penisola presenta un dirupo formato di colonne basaltine tagliate grossolanamente ed alte 70 in 80 piedi: nel lato orientale al contrario si osserva un sistema completo di strati alternativi di una grossezza uniforme e che varia dai 10 sino ai 20 pollici. Nelle due opposte facce la stessa materia è disposta e configurata in due diversi modi, cioè all'*ouest* in colonne senza strati apparenti, all'*est* in istrati senza colonne. Gli strati del lato orientale sono formati di basalte di due specie molto diverse; l'una di grana grossolana, l'altra di grana finissima. Nella superficie degli strati di ambedue le predette specie si osservano alcune linee di ritiro, formate, cioè, dal restringimento della massa donde sono derivati de' basalti sì a grana grossolana come a grana fina, i quali si suddividono in altri più piccoli, e questi successivamente in

altri minori, sino a che si giunga a' prismi, dirò così, primitivi, i quali non hanno più di un mezzo pollice di diametro. Nella faccia meridionale della penisola i basalti sono mescolati in una maniera singolare. In un luogo si vede un'aggregazione di strati di una specie; in un altro, una congerie simile di strati di specie diversa: il più sovente però gli strati si alternano tra loro: in questo caso la linea del confine è distinta e gli strati cangiano di natura senza che la solidità o la continuità della pietra sia interrotta, in guisa che, se col martello si percuotano i frammenti composti dai due diversi strati, essi non sempre si spezzano nella linea di separazione. Il basalte di grana grossolana, quando si avvicina a quello di grana fina, prende una grana meno grossolana, ma non giammai così fina che il passaggio di una specie nell'altra divenga insensibile e graduato. La conseguenza che il dottore Richardson deduce da tali osservazioni,

è che la roccia di Port-Rush non può essere stata prodotta di un solo getto, come dovrebb' essere se fosse stata in origine una corrente di lava : poichè le colonne della faccia occidentale sono state formate simultaneamente, laddove gli strati accumulati del lato orientale dimostrano la sua formazione con operazioni successive.

Osserverò in primo luogo che la differenza nella grana non può indicare nelle pietre una diversa natura; non dimostra nemmeno una specie diversa; tutto al più forma una varietà poco notabile. Secondo la descrizione data dal signor Richardson degli strati del lato orientale, è difficile il concepire la loro formazione per mezzo di operazioni successive. Eccettuata la grana, la materia è perfettamente la medesima: quelli che si chiamano strati sono talmente uniti e continui che talora non si separano ai colpi del martello. Ora gli strati formati da operazioni successive non pare che possano comporre un tutto

unito e continuato. Se le deposizioni da cui sono risultati gli strati sono state successive, saranno seguite in epoche diverse, ed in diverso tempo ancora sarà accaduta la loro consolidazione, e due strati consolidati in due diversi tempi non pare che possano formare una sola massa continua. Ammessa ancora l' ipotesi che due deposizioni o precipitazioni accadute successivamente siano del tutto simili, e che o per la pressione delle parti superiori o per l'attrazione delle superficie possa risultare qualche unione tra loro, questa, attesa la differenza della grana, sembra dovere essere così debole che si distrugga al minimo colpo. Dalla descrizione della roccia di Port-Rush fatta da Richardson risulta, 1.° che questa roccia non ha in tutta la sua estensione la stessa grana; 2.° che è configurata diversamente nelle sue diverse parti, cioè in prismi nel lato occidentale, in istrati nell'orientale: vediamo ora se tali fenomeni ripugnino alla fluidità

ignea, e se sono diversi da quelli che ci presentano le vere lave dei volcani. Avendo esaminato molte correnti di lave del Vesuvio e de'Campi Flegrei, non ne ho trovata alcuna di qualche estensione la quale avesse da per tutto la stessa grana. In quella del 1794 la grana era generalmente cristallizzata o zuccherina, ma in alcune parti si ravvisava la grana terrosa ed in altre una grana talmente fina, stretta ed unita che imitava quella del petroselce: nè può essere altrimente, poichè la grana della lava dipende da molti principj, ed in particolare dalla mescolanza delle terre che sono entrate nella fusione, dalla intensità del calorico, dallo sviluppo dei gas e dalle circostanze del raffreddamento: ora non è possibile che non vi sia qualche variazione rapporto all' uno o all' altro di questi elementi nelle diverse parti di una massa così enorme di materia, quale è quella che forma una corrente di lava. Alla pag. 196, Parte I, abbiamo

calcolato le masse di due lave sortite dal Vesuvio; ma quelle che sono sgorgate da questo volcano, sono ruscelli in paragone de' grandi fiumi sortiti dall'Etna. Secondo la relazione rimessa alla corte di Londra dal conte di Winkelsea che si trovò in Catania nel 1669, quando seguì una grande eruzione dell'Etna, il torrente di lava che allora ne sortì, si estese per quindici miglia di lunghezza e sette di larghezza. Se dobbiamo congetturare dell' energia di un volcano dall' ampiezza e vastità del suo cratere, gli antichi volcani dovevano essere senza paragone più attivi de' moderni. Il cratere del Vesuvio è molto piccolo se si paragoni con quello di Astrumi, del Gauro, del lago d'Averno e di altri de' Campi Flegrei. I volcani spenti dello stato romano sono ancora graduati sopra una scala maggiore: non è dunque meraviglia se si trovano delle estensioni di molte miglia coperte dalle correnti di lave, nè è possibile che nella fusione di

tali enormi masse le parti eterogenee siano da per tutto mescolate nella stessa maniera e nelle stesse proporzioni, che il calorico sia da per tutto distribuito egualmente e che i progressi del raffreddamento siano stati da per tutto uniformi. La differenza dunque della grana nella stessa roccia non solo non ripugna alla sua primitiva fluidità ignea, ma anzi una roccia di una grande estensione, se è stata prodotta in tal modo, sarei per dire non essere possibile che abbia la stessa grana in tutta la sua massa.

Ma la roccia di Port-Rush nel lato occidentale è configurata in colonne prismatiche, nel lato orientale presenta alcuni strati, la superficie dei quali è divisa in prismi che si suddividono in altri minori. Tutti i naturalisti sono d'accordo nel riconoscere la configurazione prismatica d' una roccia derivata dal suo o disseccamento o raffreddamento: veggiamo dunque se la stessa massa fluida per la fusione ignea, raffreddandosi, può

configurarsi in un modo nell'un sito, ed in un modo diverso nell'altro. Ne abbiamo un bell' esempio in quella corrente di lava del Vesuvio che abbiamo descritta alla pag. 224, Parte I, nella quale tutti i fenomeni relativi alla configurazione che si osservano nella roccia di Port-Rush, sono copiati perfettamente. Abbiamo una massa pietrosa simile in tutti i caratteri esterni al basalte, la quale si è trovata certamente nello stato di fluidità ignea, configurata ora in veri strati distinti non già da una differenza accidentale di grana, ma da una fisica separazione della massa, ed ora in prismi, e questi divisi talvolta in altri minori. A questo esempio, preso da una lava posta alla base di un volcano attivo, ne aggiungerò un altro che si può osservare in una lava antica la quale appartiene ad un volcano spento da tempo immemorabile. In una corrente di lava del volcano di Murol in Auvergna si osserva, 1.° la parte superiore formata da scorie,

ceneri, pozzolana, ecc., materie le quali dimostrano ad evidenza l'origine ignea della roccia colla quale sono in contatto; 2.° la lava densa e compatta; 3.° la lava configurata in colonne prismatiche dell' altezza da quindici a venti metri di grana finissima e della maggiore compattezza; 4.° la lava tavolare nella quale terminano i basalti; 5.° una lava schistosa nella quale va degenerando la tavolare (V. *Giornale delle Miniere*, n.° 138). Ora passiamo all'obbiezione più forte del signor Richardson.

La pietra di grana finissima che si osserva nella parte orientale, e che contiene una porzione maggiore di silice, presenta in abbondanza molte *impressioni* di conchiglie, e sopra tutto di corni d'ammone: tali impressioni sono non solo nella superficie dello strato, ma ben anche nel suo interno. Il signor Richardson avendo posto nel forno d' una caldaja d'evaporazione un pezzo di questa roccia, vide che le conchiglie si cangiarono

in calce finissima, ed il resto della massa si fuse in parte ed in parte si ridusse in iscorie. Una roccia nella cui pasta sono racchiusi corpi marini, certamente non può essere prodotta dal fuoco.

In primo luogo non posso tralasciare di rilevare qualche oscurità che sembra essere nel racconto del signor Richardson. Si tratta di una roccia talmente carica di terra silicea che il signor Pictet ha creduto di doverla indicare col nome di basalte siliceo. Si comincia dal dire che questa roccia presenta *impressioni* di corpi marini e corni d' ammone, e si soggiunge che al fuoco d'un forno le conchiglie si cangiarono in calce finissima. Le impressioni de' corni d'ammone anche in pietra silicea sono comuni, ma non so che siansi ancora vedute queste conchiglie fossili nel loro stato naturale, eccettuate le microscopiche in alcune sabbie. Il signor Richardson è troppo buon fisico per non distinguere le impressioni dei corpi marini dai

corpi medesimi, e per combinare le circostanze del suo racconto, non veggo altra maniera che quella di supporre nella roccia di Port-Rush molti pezzi di pietra calcaria, nella quale vi fossero impronte di corpi marini. Osservo in secondo luogo che non mi è stato giammai possibile il vedere un vero basalte conchiliaceo non solo sulle montagne, ma in nessun gabinetto, comprese ancora le grandi collezioni di Parigi. Fortis il quale aveva molto viaggiato e veduto da esperto naturalista, nella *Geologia del Vicentino*, opera nella quale le osservazioni più belle sono unite alla più dotta erudizione, dice positivamente *non esservi esempio che una sola produzione marina si trovi racchiusa nei basalti prismatici.* Le conchiglie fossili di Montecchio Maggiore presso Vicenza non sono nel basalte, ma in una breccia o aggregazione di materie volcaniche le quali hanno soggiornato nel mare e si sono indurite. Kirwan fa menzione di frammenti di

colonne basaltine, conservati nel Collegio di Dublino e che racchiudono corpi marini: egli non dice da qual parte dell'Irlanda procedano, ma sembra probabile che siano del luogo descritto dal signor Richardson il quale non dissimula che, secondo il rapporto di Banks, i mineralogisti di Londra sono di parere che quella roccia non sia vero basalte, e tale ancora è l'opinione di molti litologi di Dublino. La configurazione colonnare prismatica non è esclusiva del basalte: nei Campi Flegrei sovente ho trovato de'prismi molto regolari di tufo, colonne prismatiche di petroselce compongono una gran parte di una montagna presso il lago di Conistone, le marne e le argille disseccate presentano le divisioni prismatiche, le rocce porfiritiche sono talora divise in prismi, Haüy ha stabilita una varietà di miniera di ferro argillosa, a cui ha dato il nome di *bacillare* perchè affetta sempre la divisione prismatica, nello schisto argilloso talora si

trovano de' prismi quadrangolari regolarissimi, l' ardesia stessa prende talvolta questa forma, uno degli strati di solfato di calce di Montmartre si divide naturalmente in prismi assai regolari, ed il pavimento del gran sotterraneo della miniera di sale di Nortwich presenta dei compartimenti in poligoni, la maggior parte esagoni, che imitano le sezioni de' prismi basaltici e fanno conoscere che la massa del sale è naturalmente disposta in prismi verticali. Inclino dunque a credere che la roccia della quale si è tanto occupato il signor Richardson, non sia una roccia basaltina, ma piuttosto una pietra argilloso-silicea ed una specie di vacco (wake de' Tedeschi). Questa pietra la quale suole avere il colore bruno o grigiastro, può essere confusa facilmente col basalte, e la di lei somma fusibilità e la frequenza colla quale contiene vene e nodi di carbonato calcario, combinano ancora coll'esperienze fatte da Richardson, e che si sono già accennate.

Ma supponiamo che la roccia di Port-Rush sia un vero basalte: la presenza in esso de' corpi marini, sarà poi un argomento dimostrativo contro la sua primitiva fluidità ignea? Si potranno avere delle vere lave con corpi marini o colle loro impronte? Un tale fenomeno non mi pare impossibile. Tutte le sostanze che le lave incontrano sulla loro strada, debbono rimanere inviluppate nella loro pasta, e nel raffreddamento formeranno un tutto più o meno unito al resto della massa secondo la fluidità della lava, il suo calore, la natura del corpo inviluppato e le circostanze della sua posizione (V. pag. 249, Parte I). Se nelle rocce del Vesuvio talora troviamo de' corpi estranei, questi non ci recano sorpresa, perchè sappiamo che questo monte è un volcano da cui sortono le lave, nella cui massa deesi mescolare tutto ciò che si trova sulla linea del loro tragitto; ma se il Vesuvio non si fosse più infiammato nel tempo di Plinio, la memoria

delle sue eruzioni ora sarebbe scancellata del tutto, come si era già quasi perduta al tempo di Strabone, e l'antica esistenza di questo volcano per molti sarebbe un problema come lo è quello di altre montagne simili. Se dunque sull'antico suolo della penisola di Port-Rush vi erano delle conchiglie fossili o pietre con impronte di corpi marini, ed una corrente di lava si è diffusa sopra il medesimo, ora quei corpi o le loro impressioni si potranno rinvenire nel masso della lava. Credo in oltre che non si vorrà negare l'esistenza dei volcani d'origine sommarina, nel qual caso è molto naturale che le diverse sostanze che si trovano nel fondo del mare sollevato e sconvolto per l'azione del volcano, si mescolino alle sue lave. Questi corpi saranno o alterati o distrutti o potranno ancora conservare il loro stato secondo le circostanze nelle quali sono stati inviluppati. Sarà seguito a questi corpi marini lo stesso che è accaduto ad

altre sostanze, le quali sono facilmente alterabili dal calore quando sono in contatto coll'aria, conservano però il loro stato naturale allorquando sono compresse talmente da una lava che sia tolta ogni comunicazione coll'atmosfera. Così facilmente si spiega quell'interessante fenomeno geologico sopra il quale tanto s'insiste dai nettuniani, cioè de' filoni di carbon fossile o di lignite posti sotto i basalti, come si osserva nel Meysner in Assia, nel Westerwald nel principato di Nassau e nello Steinberg presso Munden, e l'altro fenomeno egualmente curioso osservato da Faujas che abbiamo riportato alla pag. 155, Parte II.

Nell'estratto dato nel *Giornale di Fisica* (mese termifero, anno VI) della descrizione mineralogica di Laudesk, del signor De-Buch, si osserva che la montagna basaltina di Finkuenhiebel presenta il più straordinario fenomeno di geologia. Essa forma una specie di amigdaloide (mandelstein dei

Tedeschi) che contiene calcedonio, ametista e turbiniti petrificati molto ben conservati: il signor Buch ne ha deposto parecchi saggi nel gabinetto del re di Prussia in Berlino. I basalti di quella parte della Slesia sono sovrapposti al granito, allo gneis, allo schisto micaceo, al vecchio grè, alla pietra calcaria di nuova formazione ed al nuovo grè: quasi tutte le rocce gli servono di base. Osserverò in primo luogo non esservi alcuna difficoltà nell' ammettere che nel suolo della contrada descritta dal signor Buch vi fossero de' turbiniti i quali siano stati inviluppati nella pasta della lava. Se egli ha riconosciuto che la pietra del Finkuenhiebel è un vero basalte e non già un' altra diversa roccia, io non ne dubiterò punto, avendo tutta la fiducia nei suoi lumi e nelle sue cognizioni litologiche; ma non credo che tale fenomeno sia una dimostrazione rigorosa contro la fluidità ignea de' basalti de' quali si tratta. La loro maniera di giacere dimostra che sono

di una formazione posteriore a quella delle altre sostanze, e ben anche alla produzione della nuova pietra calcaria e della nuova arenaria. La lava con agata e quarzo non è un fenomeno raro nella litologia volcanica. Faujas nel *Viaggio in Inghilterra*, tomo II, pag. 222 parla, 1.° di geode di agata, interiormente coperte di cristalli brillanti di quarzo violetto con piramide esagona, incrostate in una lava porfirica compatta, di un bruno cupo alquanto violetto, con nodi di spato calcario e globetti d' agata e di steattite verde; 2.° di geode di agata d'un rosso vivo, avendo nell'interno una cristallizzazione brillante di quarzo bianco sommamente puro: tali geode sono in una lava porfirica nera attirabile dalla calamita; 3.° di agate occhiute di color di rosa tenero, incrostate in lave porfiriche compatte d' un bruno cupo ed unite con globetti di steattite verde; 4.° di agate rosse fasciate, in lave porfiriche nere molto attirabili; 5.° di nodi di spato

calcario bianco, brillante, in lamine romboidali, con un leggiero inviluppo di steattite di un bel color verde, incrostati in una lava nera compatta più vicina al basalte che al porfido. Merita poi particolare riflessione un saggio descritto dallo stesso celebre autore nel luogo citato, cioè una geoda colla crosta d'agata calcedonica, d'un'apparenza turchiniccia, tappezzata interiormente di brillanti cristalli quarzosi, nell'interno dei quali si veggono alcune molecole di lava nera che sono state inviluppate nella cristallizzazione. Aggiacente all'Italia evvi l'isola di Zannone, la quale si può considerare come una continuazione delle isole di Ponza, e le cui lave sono particolari per la quantità di terra silicea che contengono. Dolomieu osservò che la maggior parte di queste lave sono di un'estrema durezza e danno all'acciarino vive scintille, che hanno la grana e l'apparenza di alcuni grés quarzosi, che le loro fenditure sono

tappezzate da una scorza di quarzo, e che alcuni massi hanno de' pori rotondi i quali non lasciano alcun dubbio sulla loro origine: egli pensò che quelle cristallizzazioni quarzose fossero prodotte da infiltrazioni acquose dopo la consolidazione delle lave, e queste medesime lave le risguardò come decomposte e quindi ricomposte di nuovo, in modo che la terra silicea rimanesse separata dalle altre. In una corsa che feci a quell'isola ho raccolto molti saggi di queste lave che nella loro pasta avevano una sostanza quarzosa limpida e cristallina, e le pareti di alcune interne cavità erano coperte di piccoli cristalli regolari di quarzo. Penso che per qualche particolare combinazione le lave di questo antichissimo volcano (*)

(*) L' erudito signor abate Testa in un opuscolo sopra il Volcano Pontino ha sostenuto che la città di Lamo, a cui Omero nel lib. X dell'*Odissea* fa giungere Ulisse, sia la presente città di Terracina: che quel fumo il quale da Ulisse salito sopra uno scoglio fu veduto *ingombrare largamente i campi* procedesse da un volcano acceso

avessero una soprabbondanza di terra silicea la quale nel raffreddamento si unì, formando ora masse irregolari

---

nel luogo dove ora sono le paludi dette Pontine, e che alla spiaggia di Terracina si debbano applicare i fenomeni delle *Plante*, *isole ondeggianti sopra le quali non potevano volare impunemente gli augelli, e che riuscivano fatali ai naviganti per le tempeste non meno d'acqua che di fuoco che loro fremevano d' intorno.* Lascio agli eruditi l' esaminare se la moderna Terracina sia o no fabbricata nel luogo dov' era l' antica città di Lamo; mi restringo solo ad osservare che in tutta quella contrada che ho percorso tre volte, non v' è alcuna traccia di volcani; le materie volcaniche terminano verso Cisterna, ed hanno avuto origine dagli spenti volcani di Nemi e Velletri. Parmi che con maggiore felicità si possano spiegare quelle parole del padre della poesia epica non meno che della storia fisica del globo, attribuendone quel fumo e quelle fiamme alle isole volcaniche di Ponza e di Zannone, poste dicontro al golfo di Terracina, che forse ancora ardevano al tempo d' Omero, o almeno si conservava la memoria delle loro accensioni, ed alle quali si possono applicare i salutevoli avvisi di Circe, e le tempeste d' acqua e di fuoco che fremevano intorno alle Plante di Omero. A quali isole può convenire con maggiore proprietà la denominazione di *ondeggianti* se non se a quelle che uscite dal seno del mare hanno avuto l'apparenza di vacillare qualche tempo pria di prendere consistenza e fermezza?

ed ora cristallizzazioni regolari, secondo le circostanze del luogo e dello spazio. Forse si dirà che tanto la roccia dell' Ebridi di cui parla Faujas, come quella di Zannone osservata da Dolomieu e da me, non sono lave, ma bensì sostanze formate da precipitazioni acquose: veggiamo dunque di trovarne una sulla quale non possa cadere dubbio. Lo stesso Dolomieu, nel *Viaggio alle Isole di Lipari,* pag. 84, descrive una pietra certamente volcanica, grigia, compatta, di grana fina ed unita, di frattura nitida e vetrosa come quella de' selci opachi: la medesima ha delle vene parallele rossastre: non vi si ravvisa alcun carattere volcanico ed *assomiglia in tutto alle agate della Sicilia;* trovasi nell' isola di Lipari disposta in banchi di 3 a 4 pollici di spessezza, *frapposti nel mezzo delle ceneri volcaniche nericce.* Se non solo la natura del luogo, ma la posizione e la maniera di giacere di questa roccia non manifestasse evidentemente la sua origine,

nessuno la potrebbe sospettare per volcanica. La presenza dunque del quarzo, dell' ametista, del calcedonio, dell' agata e di qualunque sostanza silicea in una roccia non esclude la sua formazione per mezzo del fuoco.

Ma se la roccia di Port-Rush è stata prodotta da una corrente di lava, donde questa è venuta? dove era situato il cratere? Se la roccia di cui si tratta non è basaltina, ma è stata erroneamente denominata così, ogni discussione diviene inutile. Siccome però questa obbiezione suole farsi dai nettunisti a tutte le rocce veramente basaltiche, così è necessario l' esaminarla. Sarò forse ancor io nel numero di quelli che, secondo l'espressione di Richardson, suppongono sempre che vi siano state delle grandi rivoluzioni e convulsioni le quali hanno distrutto i crateri e ne hanno spento per sino le tracce? Veramente questo rimprovero sarebbe alquanto severo in un' epoca nella

quale i grandi cataclismi, gli strati rovesciati, le catene di montagne sconvolte sono, dirò così, *all'ordine del giorno* presso molti geologi. In un luogo esposto alle onde dell'Oceano settentrionale ed al furore d'un mare burrascoso, non v'è cosa più facile che la parte debole del cratere sia caduta, e che le lave, cioè le parti veramente solide, siano restate in piedi. So che di là dai monti si è molto insistito sopra i picchi basaltici isolati, e che mentre si propongono e si abbracciano con avidità ipotesi geologiche molto più ardite per combinare il sistema monotono e regolare delle precipitazioni coi fenomeni che presenta la superficie del globo, si rigetta poi l'ipotesi molto riservata e fondata sulle osservazioni del crollamento de' crateri. Richiamerò alla memoria de' geologi un fenomeno il quale non giungerà nuovo a molti, ma non so se sopra il medesimo siasi fatta quella riflessione che merita. Tutti sanno che la Solfatara di

Pozzuolo è un vulcano semispento, nè alcuno vorrà dubitare (*) dell'origine delle sue rocce basaltine, dure e compatte. La sommità più elevata di questo cratere detta *la Croce de'Cappuccini*, è formata da una di queste rocce tagliata a picco nella faccia interna che corrisponde al cono rovescio, e che nel lato opposto scende

(*) Se mai taluno volesse dubitare ancora delle antiche deflagrazioni di questo luogo, non ostante la natura delle sue sostanze e la forma che ancora in parte sussiste del cratere, basta che legga ciò che *ci* hanno trasmesso gli antichi. Strabone lo chiama *Foro di Volcano*: Cornelio Severo suo contemporaneo, dicendo che quel sito *era da molti anni raffreddato*, indica che una volta era stato acceso. Ecco le sue parole:

. . . . Neapolim inter
Et Cumas, locus est multis jam frigidus annis,
Quamvis æternum pinguescat ab ubere sulphur.

Petronio Arbitro finalmente descrivendo il suo stato primitivo, dice:

Est locus exciso penitus demersus hiatu
Parthenopen inter, magnæque Dicarchidos arva
Cocyta perfusus aquâ: nam spiritus extra
Qui ferit effusus, funesto spargitur æstu:
Non hæc autumno tellus viret, aut alit herbas
Cespite lætus ager, non verno persona cantu
Mollia discordi strepitu virgulta loquuntur;
Sed Châos et nigro squallentia pumice saxa
Gaudent ferali circum tumulata cupressu.

secondo la pendenza della montagna. Se però al presente questa è la parte più alta del cratere, quando quella roccia sortì fluida e colò fuori del cratere, conviene dire che in quel sito fosse la parte più bassa dell'orlo. Le pareti del cratere attuale che nel lato specialmente rivolto al *nord-est* sono molto strette, attaccate dai vapori e dal gas idrogeno solforato, sono in tale stato di sfacelo e d'una degradazione progressiva che si può sicuramente presagire che nel periodo di alcuni secoli questo cratere sarà in gran parte distrutto: il picco basaltino però resterà in piedi, ed allora si avrà molta pena a concepire come una roccia isolata ed elevata perpendicolarmente sia sortita fluida dal cratere di un volcano di cui saranno spente le tracce.

La spiaggia del Reno tra Bonna e Coblentz è piena di basalti prismatici. Molti dotti naturalisti, tra i quali il signor Faujas, hanno riconosciuta la loro origine volcanica: ciò non

ostante da molti se ne dubita perchè non se ne ravvisano i crateri dai quali quelle lave avrebbero dovuto sortire. Il cavaliere Hamilton però il quale conosceva la fisonomia delle montagne volcaniche, ed era assuefatto a vedere i veri ed indubitati crateri de' Campi Flegrei, delle vicinanze dell'Etna e delle isole aggiacenti alla Sicilia, allorchè fu a visitare quella contrada, vi riconobbe sette crateri, ed ecco in quale modo ne scrisse al cavaliere Giovanni Pringle: *Quando mi avvicinai a Bonna, fui colpito dall' apparenza esterna di sette volcani distanti da due leghe dall' altra sponda del Reno ... I crateri che ho esaminato sono ancora molto riconoscibili, benchè assai degradati: sono quasi riempiti dalle ingiurie del tempo e dai rottami della lava che si estrae superiormente.* La roccia detta selce romano, perchè si scava presso Roma nel luogo detto Capo di Bove, ha tutta la somiglianza colle lave del Vesuvio, ed il suo aspetto è talmente

simile a quello di alcuni basalti egizj, che gli scultori romani sovente lo adoprano nella restaurazione di alcuni antichi monumenti egiziani. Come questa roccia giace isolata in un fondo composto di sabbia volcanica, di pozzolana e di tufo? Mi sembra molto verisimile, e mi lusingo di averlo provato con tutte quelle ragioni che bastano per rendere plausibile una opinione, che i sette colli di Roma sieno i frammenti di un cratere distrutto non solo dalle ingiurie del tempo, ma dai cambiamenti che vi ha prodotto il soggiorno del popolo più numeroso, più potente e più ricco che sia giammai stato: è molto probabile che dalla base di questo cratere sia sortita quella corrente di lava di cui in oggi più non ravvisiamo l'origine, benchè nelle opere degli antichi non manchi qualche traccia delle remote infiammazioni del suolo di Roma (*). Potrei citare altre

(*) La tradizione antica degli Arcadi sullo stato

contrade volcaniche le quali sono in queste circostanze, ma credo utile cosa il trattenermi alquanto sopra il

---

primitivo del Campidoglio, trasmessaci da Virgilio nel lib. VIII in quei versi:

Hinc ad Tarpejam sedem et Capitolia ducit,
Aurea nunc, olim silvestribus horrida dumis.
Jam tum religio pavidos terrebat agrestes
Dira loci, jam tum silvam saxumque tremebant.
Hoc nemus, hunc, inquit, frondoso vertice collem,
Quis Deus, incertum est, habitat Deus. Arcades ipsum
Credunt se vidisse Jovem, quum sæpe nigrantem
Ægida concuteret dextra, nimbosque cieret.

sembra un' allegoria nella quale sotto il velo della favola si esponeva lo stato fisico di quel luogo. Molto più caratterizzata è la favola di Caco abitatore dell'Aventino, collina nella quale si può ancora riconoscere il residuo di un cratere; nè è possibile il leggere quei versi di Virgilio senza riconoscervi il quadro de' fenomeni volcanici dipinto con i più vivi colori:

Huic monstro Vulcanus erat pater: illius atros
Ore vomens ignes, magna se mole ferebat.
. . . .
Faucibus ingentem fumum, mirabile dictu,
Evomit, involvitque domum caligine cæcâ,
Prospectum eripiens oculis; glomeratque sub antro
Fumiferam noctem, commixtis igne tenebris.
Non tulit Alcides animis; seque ipse per ignem
Præcipiti injecit saltu, quâ plurimus undam
Fumus agit, nebulâque ingens specus æstuat atrâ.
Hic Cacum in tenebris incendia vana vomentem, ecc.

Un naturalista il quale volesse descrivere con frasi poetiche il cratere interno di un volcano, non si potrebbe allontanare dall' espressioni colle

famoso Puy-de-Dôme, montagna così celebre nella Fisica (*), nella Botanica e nella Geologia. Quando fui a visitarla, salendovi dalla parte di Clermont, tosto che giunsi al piano detto la *Barracca*, fui molto sorpreso al vedere quella enorme massa spiegarsi sotto i miei occhi dalla sua cima sino alla base. Osservandola da questo lato che è il più favorevole alla sua apparente regolarità, credei di vedere un maestoso cono isolato da tutte le parti; ma essendo salito alla sommità ed avendolo girato da molti lati, vidi che getta due spigoli

---

quali Virgilio descrive la spelonca di Caco sull'Aventino stesso:

At specus et Caci detecta adparuit ingens
Regia, et umbrosæ penitus patuere cavernæ:
Non secus ac si quà penitus vi terra dehiscens
Infernas reseret sedes, et regna recludat
Pallida, diis invisa, superque immane barathrum
Cernatur, trepident immisso lumine manes.

(*) È noto ai fisici che sopra questa montagna Pascal fece ripetere dal suo cognato Perrier, allora dimorante in Clermont, l'esperienza barometrica di Torricelli, ed in Francia si paragonò la prima volta l'altezza del mercurio nel barometro alla base e sulla sommità di una montagna.

o angoli procurrenti: l' uno al *sud-ouest*, l'altro al *nord-est*. Col primo si attacca ad una catena di basse montagne dette della *Marinò*, e su questo spigolo si passa quando si sale alla cima del monte pel lato meridionale: con l' altro spigolo rivolto al *nord-est* il Puy-de-Dôme va a raggiungere un' altra catena di colline chiamata del *Mansù*, quasi parallela alla precedente: alla base di tali montagne vi è una pianura di forma ellittica, nella quale è fabbricata la parrocchia della *Champe*, in guisa che questa pianura è racchiusa al *nord* dal Puy-de-Dôme, all'*ouest* dalle montagne della *Marinò*, all' *est* da quelle del *Mansù* ed al *sud* da alcune basse colline. Parmi dunque che la massa del Puy-de-Dôme sia la parte più elevata e più conservata di questo gran volcano, che forse è stato uno de' primi ad accendersi in questa parte della Francia, e che ha preceduto l' esistenza di tutti gli altri che lo circondano e che hanno bruciato

successivamente dopo di lui in epoche diverse, come appunto nei Campi Flegrei dell'Italia i volcani del Gauro, di Astruni, di Averno hanno preceduto quei del Vesuvio, della Solfatara, del Monte nuovo, ecc. La decomposizione che con una lenta ma continuata azione ha agito sulla massa del Puy-de-Dôme, ha contribuito ancora a dar alla medesima la forma di un cono. La sua roccia talvolta grigia, talora bianchiccia, di grana fina e cristallizzata, racchiudendo nella sua pasta molti frammenti di feldispato, alcune lamine di mica sovente cristallizzata regolarmente, e presentando in alcune sue fenditure qualche lamina informe di ferro oligisto, ha molta analogía con alcune lave decomposte del Monte Epomeo nell' isola d' Ischia; e probabilmente in ambedue i luoghi vi sono state per lungo tempo molte emanazioni d'idrogeno solforato, le quali ne hanno modificato le rocce, come giornalmente accade nella Solfatara di Pozzuolo.

Grand-d'Aussi nel viaggio in Auvergna (*) aveva osservato che il Puy-de-Dôme non è una montagna isolata come molti la credono, ma la risguardava come una roccia alterata e non fusa dal fuoco, e posta nel centro di una catena di montagne volcaniche le quali sono dirette dal *nord-ouest* al *sud-est* in una lunghezza di quattro leghe ed in una larghezza ora più, ora meno considerabile. Montansier nel suo *Saggio sulla teoria de' volcani in Auvergna*, in cui rileva molti errori di Grand-d'Aussi, parla in una maniera molto oscura sopra il Puy-de-Dôme.

(*) Si è molto parlato in Francia contro l'opera di Grand-d'Aussi. Egli non era naturalista, ma amava di vedere e talora vedeva bene. Bisogna lasciare da parte i suoi raziocinj, seguire e sovente rettificare le sue osservazioni. Egli ha bene meritato della mineralogia volcanica, eccitando la curiosità de' naturalisti a visitare un paese così interessante pei suoi fenomeni. Il suo viaggio è il *pendant* de' Campi Flegrei di Hamilton, ma senza l' inutile cornice de' rami e delle vedute pittoresche, ornamenti che pregiudicano al progresso delle scienze, perchè rendono dispendioso e difficile l' acquisto de' libri.

Egli distingue quattro gradi di volcanizzazione: il primo in cui le materie sono state rigettate in grandi masse senza avere provato un colpo di fuoco ben sensibile e forte: il secondo in cui le materie sono state rigettate ancora in grosse masse, e tali che in esse la volcanizzazione comincia a prendere de'lineamenti più vivi e più sensibili: il terzo in cui la volcanizzazione giungendo ad una perfetta triturazione delle materie, le innalza di poi per una forza espansiva che gli è propria, o allontanandole fuori del suo centro di attività in modo che si spargano all'intorno, o lasciandole ricadere sopra il suo centro medesimo coll'azione graduata di una forza da principio viva, ma a poco a poco spirante: il quarto grado finalmente è quello in cui o per una maggiore violenza di fuoco o per una più grande fusibilità delle materie che gli sono sottoposte, forano le viscere stesse della montagna nello stato di fusione, per poterne scorrere

fuori, come nel Puy-de-Dôme; in tal modo questo quarto grado forma la modificazione ed il passaggio più immediato allo stato di volcanizzazione perfetta. Non voglio discutere la classificazione proposta dal signor Montausier e sulla quale si potrebbero promuovere molte difficoltà: osservo solo che egli risguarda la roccia del Puy-de-Dôme come una sostanza la quale, essendo stata fusa, ha rotto le viscere stesse della montagna per colarne fuori, ma poco dopo soggiunge che la sola differenza che vi è tra il Puy-de-Dôme e molte altre montagne volcaniche, è che queste hanno sovente prodotto delle correnti immense di lave, laddove che il Puy-de-Dôme non ne ha fornita alcuna. Se partendo dal momento in cui la materia di questa lava cominciava ad essere lavorata nelle cavità della montagna, si supponga che la medesima fosse giunta ad un certo stato di triturazione e come di dissoluzione, senza poter essere colpita da un fuoco

abbastanza forte per giungere allo stato di fusione e di lava, e che ciò non ostante la forza espansiva del volcano sia stata efficace a segno da sollevarla tutta intera in tale stato di polverizzamento, si vede come il Puy-de-Dôme porti soltanto sulla sua cima e regga sopra sè stesso le materie enormi di cui gli altri volcani si sono scaricati in lave. Tutte queste idee però mi sembrano molto vaghe ed oscure, dirò anche contraddittorie; poichè cosa è una sostanza la quale una volta si dice fusa, un' altra volta semplicemente triturata e polverizzata senza che sia potuta giungere allo stato di fusione?

Il signor Leopoldo De-Buch avendo visitato i volcani d'Auvergna, in una lettera scritta al professore Pictet in data di Neuchâtel 2 luglio 1802, espone la sua opinione che la roccia del Puy-de-Dôme sia un granito cangiato e sollevato. Domandando però a sè stesso da quale agente sia stato prodotto questo cangiamento, risponde

che ciò non è stato per la fusione. Non vi riconosce alcuna sostanza fusa (contro l' opinione di Guettard); non lo crede un granito riscaldato nel sito, perchè l' azione del calore poco si manifesta in questa roccia e quei picchi non erano originariamente sotto questa forma (contro l'opinione di Desmarets); essi non si sono formati per eruzione, poichè gli strati che li compongono non sono punto interrotti (contro l' opinione di Moutausier): da tutto ciò conclude Buch che quella roccia è un cambiamento operato dall'azione d'un vapore qualunque acquoso o acido che nello stesso tempo ha bastato per sollevare colla sua forza espansiva tali masse: da altri passaggi della sua lettera si rileva che egli pensa che la roccia del Puy-de-Dôme sia un granito modificato in porfido; ma tra le forze che si conoscono nella natura, non ne veggo alcuna che possa produrre questo cambiamento del granito in porfido, se pure non fosse il fuoco

che si esclude dall' autore: sarebbe necessario che si decomponessero il quarzo e la mica, riducendosi ad una pasta uniforme e rimanendo il feldispato intero e solo, poco alterato nel colore e nella durezza. Parmi in oltre difficile a concepirsi questa doppia azione del vapore o acquoso o acido atta a modificare il granito in porfido ed a sollevare a guisa di vescica una grande montagna. Una forza di tanta energia è difficile che resti soffocata, e se è giunta a sollevare una montagna, debb' ancora squarciarla ed aprirsi una strada di cui ve ne rimarrebbe qualche traccia. Io ancora risguardo la roccia del Puy-de-Dôme come una roccia alterata, cioè una lava decomposta dalle influenze atmosferiche, e da quelle emanazioni acide e solforose che per molto tempo e talora per lungo corso di secoli seguitano a sortire dai volcani dopo che sono cessate le loro eruzioni, e decompongono le loro antiche lave, come poc' anzi abbiamo detto osservarsi nel

monte Epomeo, nell' isola d' Ischia e nella Solfatara di Pozzuolo. Il non essere sul Puy-de-Dôme sostanze evidentemente fuse, come vetri, smalti, ecc., non dimostra che la sua roccia non sia stata una lava nello stato di fusione, mentre lo stesso signor De-Buch ha riconosciuto nella lava del 1794 tutti i caratteri del basalte diversi da quelli che generalmente si attribuiscono alla fusione. Che i feldispati molto fusibili siansi conservati quasi interi, è un fenomeno ancora comune nelle lave. Quella che nel 1302 sgorgò dalla base del monte Epomeo ne è ripiena. Il signor Buch che ha visitato il Vesuvio ed i Campi Flegrei, sa benissimo quanto quella contrada abbondi di lave cariche di feldispati, talora limpidi, cristallini e che non sono punto alterati, talchè la presenza di questa sostanza, benchè fusibile, non ripugna alla fluidità ignea originaria di quella roccia in cui si trova, come parmi che la presenza

della *pittite* (*) non basti per dimostrare che quella roccia sia un granito primitivo cangiato e sollevato. Se la pittite s' incontra sempre nelle rocce primigenie, lo stesso può dirsi ancora de' feldispati e delle miche le quali sono egualmente nelle lave che nei graniti, negli gneis e nei porfidi.

Dolomieu, nel rapporto fatto all'Istituto nazionale de' suoi viaggi negli anni V e VI, si era uniformato al parere di Montausier sulla maniera colla quale aveva potuto formarsi il Puy-de-Dôme ch' egli risguardava come un picco volcanico singolare pel suo isolamento, per la sua altezza relativamente alla base, per la sua forma e per le materie che lo compongono, montagna che Dolomieu credeva diversa da tutte le altre montagne volcaniche che aveva visitato. Pensava dunque che fosse

(*) *Nigrina* di Brochant, *Titanio-nigrino* di Brongniart, *Titanio-siliceo-calcario* di Hauy. Dobbiamo al signor De-Buch la scoperta di questa sostanza nella roccia del Puy-de-Dome.

sortita dalla terra per una specie di intumescenza, e che fosse stata sollevata dagli agenti volcanici. Allora doveva essere in uno stato di pasta assai consistente per sostenersi nel sito a misura che s' innalzava, ed il contatto dell' aria e dell' acqua aggiacente le davano bentosto l' ultimo grado di coagulazione. Benchè le operazioni de' volcani siano grandi e singolari, confesso di non poter familiarizzare la mia imaginazione a concepire una massa enorme come quella di una montagna nello stato di pasta sortir dalla terra, sollevarsi ad una grande altezza senza scorrere da qualche parte, e rimanere nel suo sito. Questa sarebbe un' operazione volcanica diversa da quelle che si conoscono. Se si può rendere ragione di un fenomeno con mezzi semplici ed ordinarj, perchè voler ricorrere ad ipotesi straordinarie le quali, se non sono assolutamente impossibili, sono certamente molto lontane dal corso delle operazioni regolari della

natura? Dolomieu risguardava il Puy-de-Dôme come una montagna isolata, e credo di aver provato il contrario. Ora considerando questa montagna come la parte elevata di un cratere la quale sia restata in piedi, perchè formata di lave che di poi si sono alterate ed in parte decomposte, tutto il prodigioso svanisce ed il Puy-de-Dôme entra nella classe delle altre montagne volcaniche nelle quali si ripete lo stesso fenomeno. Dopo questa digressione riprendiamo il filo delle obbiezioni del signor Richardson.

Egli, proponendo la questione se i prismi basaltici siano d'origine volcanica, rinnuova l'argomento più volte prodotto e confutato contro questa dottrina, cioè che simili prismi non si trovano in alcuno de'volcani presenti. Non parlerò de'basalti dell'Etna, che è pure un volcano attivo, giacchè, per quanto sia chiara la loro origine, formano un articolo contrastato dal signor Richardson, il quale pare che li consideri come rocce basaltine

originarie, indipendenti dall'eruzioni del volcano e preesistenti alla sua accensione, benchè Dolomieu ci assicuri che si conoscono l'epoche di alcune correnti di lave dell'Etna, le quali hanno formato basalti, come sono quelle del secolo XV, XVI e XVII (V. le note ed aggiunte alla *Dissertazione di Bergman de' prodotti volcanici*, pag. 68): non mi discosterò pertanto dai fenomeni che si osservano sulle lave indubitate del Vesuvio. Ho parlato altrove de' prismi basaltini della lava della Scala (V. pag. 224, Parte I). La medesima tendenza alla configurazione prismatica si osserva ancora in un' altra corrente di lava poco distante, detta di Calastro. Il cavaliere Hamilton prima di me ha paragonato le colonne prismatiche di questa corrente ai basalti colonnari di Bolsena e del pavimento dei Giganti (V. la sua lettera scritta al cavaliere Pringle, presidente della Società reale di Londra). Ecco dunque due vere lave del Vesuvio che

hanno formato de' basalti prismatici. Ne posso aggiungere una terza, cioè quella del Granatello, nella quale ancora si sono trovati molti prismi di basalte. Che se dal Vesuvio vogliamo passare all' isola di Borbone dove è un volcano attivo, vedremo il suolo di quell' isola coperto in molti luoghi da colonnati regolari di prismi basaltici. *L' osservatore*, dice il signor Bory di S. Vincent, *che percorrerà quest' isola, potrà assistere in qualche maniera alla loro formazione.* Nel gabinetto altre volte citato del signor Thomson ho veduto una bella massa di cristallo che procedeva da una fabbrica d' Inghilterra, rappresentava in piccolo un gruppo di colonne quadrilatere, e si era formata nel fondo di un crogiuolo. Non v' è dunque alcuna difficoltà nell' ammettere che una massa di materia fluida per l' azione del fuoco possa prendere la configurazione prismatica allorchè si raffredda. Aggiungerò di più che per dare tale configurazione alle parti

di un corpo, non è necessario che questo abbia partecipato della fluidità ignea; talora basta che si diminuisca lo stato d'infiammazione e che incominci il raffreddamento. Veggiamo sovente che allorquando il fuoco si va estinguendo in un pezzo grosso di legno, vi compariscono nella superficie molte figure quadrilatere che sono le estremità delle colonne prismatiche nelle quali tende a dividersi quella massa, a misura che si raffredda. La configurazione prismatica dunque può risultare tanto dal disseccamento di una sostanza molle per la mescolanza dell'acqua, come dal raffreddamento di una sostanza fusa o riscaldata dal fuoco.

Dolomieu trattando della formazione prismatica de' basalti, ha asserito due proposizioni le quali mi sembrano soggette a molte restrizioni: la prima è che non si trovano giammai basalti se non che nelle lave che hanno colato nel mare: la seconda che tutte le lave compatte le quali vi sono giunte con una certa spessezza,

hanno presa la configurazione prismatica del basalte. Se egli ha inteso parlare solo delle lave della Sicilia, le sue proposizioni forse saranno vere, ma se ha voluto generalizzarle, come sembra, parmi che vi si debbano fare molte eccezioni. Le correnti, che ho nominato poc'anzi, del Vesuvio sono certamente vicine al mare, ma le loro parti configurate in prismi non sono state giammai immerse nel mare: al contrario la lava del 1794 entrò nel mare per lo spazio di 362 piedi, con una fronte di 1127 piedi ed una profondità media di circa 30 piedi, e non vi si osservò alcun principio di configurazione prismatica. Kirwan ancora si è opposto al sentimento di Dolomieu, ma in un modo che non si può ammettere e che è contraddetto dal fatto: egli sostiene che una lava la quale entri nel mare debbe per forza del raffreddamento istantaneo spaccarsi e dividersi in molti frammenti, in modo da non potere formare masse solide

e compatte, ciò che ha comprovato coll' esperienza, facendo fondere una massa di basalte e versandola, mentre era fluida, nell' acqua. Non nego l' esperienza di Kirwan: il fatto però prova il contrario nelle lave, cioè nelle grandi masse, mentre veggiamo che le loro correnti entrano qualche volta nel mare e formano rocce solide, presentando al più qualche fenditura. La lava del Vesuvio del 1794, che ora ho nominato, sotto i miei occhi entrò nel mare senza rompersi e dividersi in pezzi.

Dalle due precedenti proposizioni Dolomieu deduce che la configurazione prismatica de' basalti è dovuta al raffreddamento rapido e quasi istantaneo a cui sono state esposte quelle correnti di lave che presentano tali figure. Fortis ha difeso l' opinione contraria sostenendo, nella *Geologia del Vicentino*, pag. 185, la basaltificazione locale delle fanghiglie marine pel raffreddamento lento dell' incandescenza sotterranea: dello stesso

parere è stato Faujas il quale nel suo *Sistema mineralogico de' volcani* ha scritto che nei prismi basaltici si vede il risultamento necessario della lenta perdita del calore, ed è persuaso che quanto più il raffreddamento è graduato, tanto più i prismi abbiano un' apparenza regolare. Parmi però più probabile l' opinione di Dolomieu. Essendo sul lago di Como, ebbi occasione di trovarmi presente al disfacimento della fornace di vetro de' signori Venini presso Varenna. Il fuoco era cessato da otto giorni, e l' interno del forno conservava ancora un calore sensibile. Alla presenza del signor Isimbardi e mia, furono estratti otto grandi crogiuoli in ciascuno de' quali era restata molta pasta vetrosa, la quale essendosi raffreddata lentamente, aveva formato in ogni crogiuolo una massa dura, compatta, senza alcuna screpolatura o linea di ritiro, e che conveniva rompere con forti colpi di martello. In tutti quei fondi si osservava la

cristallizzazione raggiata del vetro, e si potevano seguire i progressi della formazione della vitrite o sia del passaggio del vetro allo stato apparente di pietra. Al contrario tutte le volte che ho fatto estrarre da qualche fornace una massa di pasta fluida e l'ho esposta ad un raffreddamento rapido, ho sempre veduto formarsi delle screpolature e risultarne una massa così poco coerente che ad un piccolo colpo si rompeva in pezzi i quali affettavano la forma prismatica. Parmi dunque che per avere molte fenditure sia necessario il raffreddamento rapido e violento, come pensa Dolomieu. Allorchè un corpo si raffredda con lentezza, separandosi dal medesimo a poco a poco il calorico, le parti si avvicinano insensibilmente e si possono unire in una massa uniforme e compatta. Al contrario nel raffreddamento rapido, la separazione del calorico non può essere uniforme e regolare in tutta la massa: le parti che si raffreddano per le prime,

si distaccheranno dalle altre e risulterà un corpo con molte fenditure. Da tali fenditure però, le quali altro non sono che screpolature prodotte dal ritiro, si formeranno de' poliedri molto irregolari, laddove che nei prismi basaltini si ravvisa qualche specie di regolarità, e perciò sembra che, oltre il raffreddamento rapido, si richiegga qualche altra circostanza alla formazione de' basalti, e questa probabilmente sarà una certa dose di allumina o una determinata e non ancora conosciuta combinazione della medesima. Per ottenere poi un raffreddamento rapido e quale si conviene alla produzione de' prismi basaltici, non è necessario il concorso dell'acqua del mare: il contatto dell'aria e di altri corpi freddi possono rendere più sollecito il raffreddamento delle masse fuse.

Il dottore Richardson ricorre di poi alla zeolite la quale gli sembra essere di una grande importanza nella questione sull' origine volcanica del

basalte, e crede che la presenza di questa sostanza abbia imbarazzato Dolomieu e gli altri partigiani del sistema volcanico. Secondo il signor Richardson la zeolite non si trova nel Vesuvio, e nè il dottor Gillen nè Forster non ne hanno trovata la più piccola particella nelle vicinanze di alcuno dei numerosi volcani che hanno osservato con tanta attenzione nei loro frequenti viaggi; ma crede al contrario che questa sostanza sia abbondante in tutti i paesi basaltici. Sembra al signor Richardson che Dolomieu accordi molto quando dice di non avere trovata giammai la zeolite in alcuna lava dell' Etna, fuori che in quelle che hanno corso nel mare. Di fatto secondo i numeri del suo catalogo, nei quali si tratta della zeolite, sembra che non sia stata rinvenuta se non che tra i basalti. La maggior parte de' basalti d'Irlanda contengono la zeolite in abbondanza ed in tutte le altezze. Osservo però che la zeolite non è rara nel Vesuvio, mentre

è frequente nelle lave del Monte Somma, e queste due montagne non differiscono in altro se non che il Monte Somma è il cratere antico, il Vesuvio è il cratere moderno che si formò al tempo di Tito: ora nelle lave del Monte Somma ho sovente rinvenuta la zeolite in tre stati: 1.° in cristalli di ventiquattro facce (analcime trapezzoidale di Hauy) nei vôti di alcune lave; 2.° diffusa talmente nella pasta di alcune altre lave che ne forma una parte integrante; 3.° in forma raggiata (mesotipe), opaca e di color bianco, sovente coperta di un sottile velo di sostanza calcaria che produce una effervescenza superficiale, passata la quale rimane la sostanza zeolitica. Nelle stesse lave Thomson ha trovato la sarcolite o analcime color di carne. Credo inutile il ripetere qui ciò che ho detto altrove sull' origine delle zeoliti nelle materie volcaniche, e parmi d'avere abbastanza esposta la mia idea su questo argomento. Alle osservazioni

che ho riferito in quel luogo relativamente alle sostanze cristallizzate che si trovano in alcune lave, aggiungerò solo che nelle sopraccitate lave del Monte Somma dove si rinvengono le zeoliti, è frequente ancora il trovare il carbonato di calce cristallizzato in bei gruppi raggiati con filamenti candidi e delicati che si diffondono negli spazj di alcune cavità. Ho avuta occasione di osservare alcuni saggi di lave dell' Etna, nelle quali erano molti globetti di spato calcario che riempivano lo spazio nel quale erano racchiusi, ed altri saggi nei quali la materia calcaria aveva formato delle cristallizzazioni raggiate composte da tanti prismi piramidali solidi che avevano l' aspetto dell'aragonite e che partivano da uno stesso punto. Non mi sembra possibile il concepire la formazione di tali cristallizzazioni per mezzo di una infiltrazione posteriore, mentre le pareti di quelle cavità sono perfettamente chiuse da tutte le parti dalla

sostanza della lava. La delicatezza in oltre de' filamenti è tale che non si può supporre che quei gruppi cristallini siano stati inviluppati e trasportati dalla lava. Non trovo dunque altra maniera più facile per concepire la loro formazione che quella di ricorrere al principio altre volte accennato, e supporre alcune parti calcarie disseminate nella pasta della lava, e di poi raccolte e cristallizzate in quella maniera in alcune cavità. L' acido carbonico di cui le lave sono molto abbondanti nel loro stato di fluidità, si è combinato con quelle parti calcarie, e nel seno di una massa fluida per la fluidità ignea, ne è risultata una cristallizzazione di carbonato calcario.

Il signor Richardson termina con proporre tre argomenti diretti a provare che gli strati basaltici di Port-Rush non sono correnti di lave. Il primo è che, secondo Buffon, Kirwan, Magellan ecc., nelle montagne volcaniche non si trovano strati paralleli:

il secondo, che le correnti di lave sono più profonde e più strette nelle vicinanze de' crateri, e allargandosi perdono della loro profondità a misura che si allontanano dal centro dell'eruzione; 3.° che, secondo il sentimento di Spallanzani, gl' ingredienti delle lave si dispongono secondo l'ordine delle loro gravità specifiche, dal che risulta che le lave medesime sono compatte nel fondo in ragione della loro maggiore densità, quindi cellulose, di poi si cangiano in iscorie e finalmente sono coperte di ceneri.

Ho già esposto ciò che si debbe pensare circa la stratificazione della roccia di Port-Rush: quindi passo alle altre due difficoltà. Le lave sino a che sono fluide, scorrono colle leggi de' fluidi, e per conseguenza si debbono adattare alle circostanze locali. Se una corrente di lava trova un piano eguale ed uniforme, vi si diffonde e forma uno strato orizzontale, e se la superficie di questo piano era formata da un letto precedente di

lava, si avranno due strati paralleli ed orizzontali, nè è raro l' esempio di una lava che scorra sopra un'altra più antica. Il dottore Serrao napoletano ci ha conservata la notizia dello scavo di un pozzo fatto nel convento de'Domenicani della Madonna dell'Arco nei contorni di Somma, e nel quale si dovettero tagliare quattro diversi strati di lave appartenenti a quattro diverse eruzioni. Dalle circostanze locali poi dipende la profondità di una lava la quale, se nel suo corso ha dovuto riempire qualche vallone, avrà in quel sito una profondità maggiore che nel resto della sua massa. Per quello poi che risguarda l'osservazione di Spallanzani circa l'ordine col quale le diverse materie si dispongono nelle lave, dirò che non l'ho giammai osservato in tante correnti di lave sì antiche come moderne che ho avuto occasione di esaminare. La superficie tanto superiore quanto inferiore delle correnti di lava suole essere formata dalle scorie le quali

risultano non tanto dalle sostanze che non si sono assimilate alle altre nella fusione, quanto dalle parti della lava medesima rotte e disunite per lo sviluppo dei gas e sorprese in quello istante dal raffreddamento pel contatto dell'aria o del suolo. Sino a che le lave sono nello stato di fluidità, dalle loro interne parti si sviluppano delle bolle copiose di gas azoto, idrogeno e carbonico. Se queste non hanno la forza di giungere alla superficie, nel luogo dove si fermano, daranno origine a pori proporzionati alla loro massa, i quali saranno rotondi se la lava era ferma, avranno una forma ellittica se la lava era in moto, ed il loro asse maggiore sarà nella direzione della corrente: allora si avrà una lava porosa: ma se o per la maggiore fluidità della lava o per la più grande energia dei gas le loro bolle potranno giungere alla superficie, la romperanno e ne solleveranno le parti, le quali pel contatto dell'aria consolidandosi in quella situazione,

rimarranno porose e leggiere. È da notarsi ancora che alcune correnti di lave sono più, altre meno porose, mentre altre si veggono perfettamente compatte ed unite. Tutte queste anomalie dipendono dallo sviluppo dei gas che può essere modificato in molte diverse maniere dai gradi della fusione, dalla natura delle sostanze e dalla loro diversa proporzione. Le ceneri poi che sovente ricuoprono la superficie delle lave, non hanno alcuna relazione alle medesime e ne sono del tutto indipendenti. Quando un volcano si è scaricato di una massa grande di lava, o questa sia sgorgata dalla sua base o da qualche lato della montagna, o anche dalla sommità, come qualche volta accade, allora sovente si osserva che seguono l'eruzioni di quella minuta sabbia a cui impropriamente si è dato il nome di cenere. Questa, trasportata dai venti, si diffonde nei luoghi circonvicini, cuopre la superficie di tutti i corpi sopra i quali cade, e talora è trasportata

a distanze notabili. I suoi principali componenti sono l'allumina, la silice, il ferro, e si trasforma in ottima terra vegetale.

Il signor Richardson in un poscritto aggiunto alle sue lettere fa un'altra obbiezione, e la desume dall'acqua che si è trovata entro alcuni basalti. Il fenomeno dell' acqua racchiuso nelle lave, benchè raro e curioso, pure non è nuovo. Fortis, parlando con molta erudizione degli agato-enidri del Vicentino, ne ha data una spiegazione ingegnosa. Egli crede che tali lave siano state lavorate dal fuoco insieme e dall' acqua portata al massimo grado d'incandescenza, che quest' acqua fangosa, più o meno saturata di particelle terrose di natura diversa, nel momento del raffreddamento siasi trovata racchiusa entro le rigonfiature che aveva occupato durante il bollimento delle grandi masse, che l' evaporazione dell' acqua dalle piccole cellette, seguita nel tempo necessario pel raffreddamento delle grandi

masse, sia cessata a misura che la lava, raffreddandosi, diveniva meno permeabile; finalmente che le diverse terre siansi lentamente e tranquillamente avvicinate ed indurite in masse amorfe o cristallizzate secondo le leggi delle loro affinità e le circostanze particolari. Tale spiegazione però, la quale non lascia d' avere qualche poco di misterioso, si propone da Fortis per le sole lave del Vicentino, nelle quali si trovano i noti globetti di calcedonio con entro l' acqua ed una bolla galleggiante d' aria o di qualche gas che rende visibile il moto dell' acqua. Il signor Richardson però negherà che quelle ch' io chiamo lave del Vicentino siano vere lave; perciò non insisterò nè su questo fenomeno nè sull' acqua che talora si è trovata in qualche masso di quella roccia basaltina delle vicinanze di Roma, che pure dalla maggior parte de' litologi si riconosce per una vera lava. Mentre era in Napoli il signor Thomson vi fece

trasportare un masso di lava ch' era in uno de' valloni del Monte Somma. Questa lava conteneva nelle sue cavità alcune belle cristallizzazioni di candido carbonato calcario raggiato, e nello spezzare che si fece il masso, in alcune cavernosità si trovò dell' acqua. La spiegazione di Fortis non si può applicare a questa roccia la quale, secondo tutte le apparenze, non era al certo stata formata col concorso dell' acqua, ma era un pezzo di una corrente antica di lava. Non credo però insolubile il problema. I vôti che sono nell' interno delle lave procedono dai gas che si sono arrestati e non hanno potuto giungere alla superficie: i gas che si sviluppano nella fusione delle lave, sono principalmente l' idrogeno, l' azoto ed il carbonico: è molto probabile però che qualche volta si sviluppi ancora l' ossigeno. Se alcune particelle d' idrogeno e d' ossigeno s' incontrino in una cavità ancora rovente, possono mescolarsi, deflagrare e formare

dell'acqua la quale conserverà la forma vaporosa sino a che la lava non sia raffreddata. Forse questo caso è più frequente di quello che si pensa, e le detonazioni ed i getti luminosi che succedono nella superficie di alcune correnti di lave, si debbono attribuire alle mescolanze dei due gas che s'infiammano. Se questa combnstione, in vece di accadere nella superficie, succeda nell'interno della lava quando incomincia a consolidarsi, l'acqua prodotta rimarrà racchiusa in quel vôto se le sue parti sono talmente compatte da impedirne l' evaporazione.

Il signor Daubuisson nella sua *Memoria*, letta all' Istituto nazionale di Francia nel mese frimale anno XI, ha sostenuto l' origine acquosa dei basalti con tutte quelle ragioni che la possono rendere plausibile. Egli si protesta di voler parlare solo dei basalti della Sassonia, e di non pretendere in verun conto decidere la questione se tutte le rocce basaltine siano formate dal fuoco o dall'acqua.

Siccome però dalle ragioni che adduce pei basalti di quella contrada si possono dedurre delle conseguenze generali ed applicabili ai basalti degli altri paesi che si trovano nelle stesse circostanze geognostiche; così non posso dissimulare ciò che contro l'origine ignea di questa roccia è stato scritto da un naturalista di tanta celebrità. Mi viene detto da qualcuno ch'egli dopo avere visitato l'Auvergna abbia cangiata opinione, ma non essendomi caduta mai sott'occhio questa sua ritrattazione, debbo pensare che o ritenga ancora la stessa opinione, o almeno che non abbia motivi così forti per abbandonarla, in modo da credersi obbligato a renderne avvertito il pubblico.

Il primo articolo della sua *Memoria* contiene alcune generalità sopra il basalte: vi si espongono i caratteri esterni di questa roccia, la sua gravità specifica la quale è quasi tripla di quella dell' acqua, la sua maniera di comportarsi al fuoco e le analisi

fattene da Klaproth e Kennedy, le quali hanno dato i seguenti risultati:

	Klaproth.	Kennedy.
Silice	44,50	46
Allumina	16,75	16
Ossido di ferro.	20,00	16
Calce	9,50	9
Magnesia	2,25	0
Soda	2,60	4
Acqua.	2,00	5
Ossido di manganese . .	0,12	0
Acido muriatico	0,05	1
Perdita	2,23	3
	100.	100.

Klaproth vi ha trovato ancora un poco di carbonio, e nelle cinque parti *acqua* di Kennedy vi sono comprese le sostanze gassose: tratta quindi della fluidità delle lave e giustamente ne attribuisce la cagione al calorico. Nel secondo articolo, dopo di avere esposto l' estensione, la forma e la

struttura di quella catena di montagne della Sassonia a cui appartengono i monti basaltici, si passa a descrivere minutamente ciascuno di questi, e si riferisce la loro posizione, l'aspetto, la tessitura, la natura della roccia basaltina e la sua configurazione. Dalle precedenti osservazioni si deducono nell'articolo terzo alcune conseguenze delle quali le più rimarcabili sono: 1.° che il basalte si trova sempre sulla sommità delle montagne e costantemente ricuopre le sostanze che compongono il suolo in cui è posto, e per conseguenza è stata l'ultima sostanza pietrosa che si è formata. L'autore, avendo esaminato quindici montagne che hanno le sommità basaltine, ha veduto che in tre di queste montagne il basalte è posto sopra il granito, in una sopra lo gneis, in una sullo schisto micaceo, in tre sul porfido, in quattro sopra il gré ed in tre sopra strati di arena, di sabbia, d'argilla; 2.° che vi è una progressione ed un passaggio successivo

dall' argilla al vacco, da questo al basalte e dal basalte al grunstein. L' identità di queste due ultime rocce è ancora dimostrata dalle analisi di Kennedy.

Parti costituenti.	Basalte.	Grunstein.
Silice	46	46
Allumina	16	19
Calce	9	8
Ossido di ferro	16	17
Acqua e materie volatili	5	4
Soda (*circa*)	4	3 ½
Acido muriatico (*circa*)	1	1
Perdita	3	1 ½
	100.	100.

Nel quarto articolo si riportano gli argomenti per provare che i basalti della Sassonia non sono d' origine volcanica ed alcune osservazioni sopra i basalti in generale, le quali tendono ad estendere quella dottrina a tutti i basalti, ciò che si fa più chiaramente nel quinto articolo.

Esaminando tutti gli argomenti del signor Daubuisson, non ne trovo alcuno il quale non sia già stato esposto e confutato in questo capitolo, eccettuato il passaggio dell' argilla in vacco, di questo in basalte e del basalte in grunstein. Tale fenomeno, la cui rettificazione dipende dalla ispezione dei luoghi, non si è presentato giammai ai miei sguardi: perciò non lo nego, ma bramerei verificarlo. Non ho difficoltà di ammettere il passaggio del basalte a quella roccia alla quale non so per quale motivo si è dato il nome di grunstein (pietra verde), nè vi è alcuna ripugnanza che da una materia fluida in forza della fusione risulti una roccia la quale in alcune parti abbia l' aspetto del basalte, in altre l'apparenza di quella specie di granito che si vuole indicare col nome di grunstein (V. la pag. 184, Parte I, dove abbiamo parlato del basalte con vene di granito): parmi però difficile il passaggio dell' argilla o del vacco, il quale ne è una specie, al vero

basalte. Sovente le lave de'volcani si diffondono sopra altre materie parimente volcaniche, ma terrose, come ceneri, pomici, scorie, ecc. Queste dopo un corso di secoli si decompongono e formano un'argilla carica di ossido di ferro la quale, compressa dal peso delle materie sovrapposte, può acquistare durezza e formare una pietra: è noto che l'ossido di ferro contribuisce molto alla coesione ed all'indurimento delle sostanze pietrose (V. pag. 360, Parte I): ripeto però che per dare una risposta adequata a questa obbiezione converrebbe esaminare i luoghi nei quali si osserva il fenomeno: agli altri argomenti mi lusingo di avere già risposto, e perciò credo inutile il ripetere le medesime cose. Non posso però dispensarmi dall' esaminare una riflessione riportata dal medesimo autore nel § 53, nella quale attribuisce all'amore che l'uomo ha per tutto ciò che è maraviglioso, l'opinione dell'origine volcanica de'basalti. Mi permetta però

il signor Daubuisson di fare il confronto delle due ipotesi; ciascuno potrà vedere in quale predomini il maraviglioso. Dicono i volcanisti, come presentemente vi sono in molte parti del globo alcune montagne ignivome formate da volcani accesi, così tali montagne vi sono state anticamente in parecchi altri luoghi, in molti de' quali ora non se ne riconoscono più le tracce, perchè le parti fragili de' loro crateri sono state distrutte, mentre però sussistono le parti solide alle quali si è dato il nome di basalti: in tutto questo non mi pare che vi sia alcuna maraviglia; e siccome queste rocce basaltine sono perfettamente simili a quelle che il fuoco de' volcani produce sotto i nostri occhi; così cresce molto la probabilità di questa opinione la quale, lungi dall' essere dettata dall' amore del maraviglioso, parmi che sia suggerita da' fenomeni della natura.

Udiamo ora cosa dicono i nettunisti: dopo la formazione di tutte le

rocce superficiali del globo si è deposto sopra loro uno strato di basalte provegnente da una dissoluzione la quale copriva tutta la contrada: una parte di tale strato pietroso è stata distrutta, e le cime di basalte che ora si veggono, ne sono i residui (V. la *Memoria del signor Daubuisson*, § 32). Non si vuole ammettere la distruzione delle parti fragili dei crateri, e poi si stabilisce quella delle masse solide intermedie di rocce basaltine. Come concepire tale dissoluzione e precipitazione? Dopo che la superficie terrestre aveva già presa la sua forma, donde è venuto il fluido necessario alla dissoluzione, donde sono procedute le materie che si sono prima disciolte, di poi precipitate? come finalmente questa dissoluzione ha potuto soggiornare in quei luoghi, nel modo che l'acqua rimane tranquilla in un lago, e formare le sue precipitazioni solo sopra le parti più elevate? Quale idea più maravigliosa di quella di concepire cioè azioni

di cause *sorprendenti e gigantesche* le quali hanno tolto e trasportato, non si sa dove, le parti intermedie di cui non si trovano più le tracce? (V. pag. 357). Mi appello al sentimento interno di ciascuno: questa ipotesi parmi che sia non solo maravigliosa, ma inconcepibile, e mi sembra che lo spirito della filosofia *transcendentale* cerchi d'insinuarsi ancora nella geologia. Rispetto (per servirmi della frase del signor Daubuisson) lo stendardo innalzato da Werner; ma il vessillo del maraviglioso e del misterioso non sarà giammai quello che amerò di seguire.

Nel tomo XV, parte II, delle *Memorie di Matematica e di Fisica della Società italiana delle scienze*, stampato in Verona nel 1810, è riportata una Memoria del dotto geologo signor Nicolò Da Rio sopra la così detta *masegna* del Padovano. Questa roccia, la quale si trova in molti luoghi dei Colli Euganei, è risguardata dall'autore

come una roccia porfiritica, e si crede essere un porfido primitivo composto di feldispato, di mica e di orneblenda (amfibolo), uniti con un cemento che il signor Da Rio chiama *indefinito*. Ho esaminato parecchi saggi di quella roccia, e mi sono sembrati perfettamente simili a molte varietà di lave porfiritiche, colla sola circostanza che alcune sono cariche di terra silicea, e si possono riferire alle lave petroselciose dell' isola di Ponza descritte da Dolomieu. Esaminiamo però brevemente le ragioni che si adducono dal signor Da Rio per provare che la masegna sia un porfido primitivo. Queste si riducono a due: la prima è la mancanza de'corpi organici. Le rocce primitive sono certamente prive di corpi organici, ma spesse volte anche le secondarie e terziarie ne sono esenti. In alcune parti dell'Apennino d' Italia si viaggerà intere settimane senza trovare una traccia di tali impressioni: nè parmi che maggior forza abbia il secondo argomento

dedotto dalla posizione della stessa roccia la quale, secondo il signor Da Rio, nei Colli Euganei è sempre sottoposta a tutte le altre. Allorchè in una contrada una roccia è sottoposta ad altre, dobbiamo certamente dedurre che è di una formazione più antica, ma non seguirà da ciò che sia di formazione primitiva. Se la masegna alternasse col granito, col porfido, collo gneis, col calcareo primitivo, ecc., cioè colle rocce sicuramente primitive secondo lo stato attuale delle cognizioni geologiche, allora si potrebbe dire che è una roccia primitiva; ma se la masegna è coperta da sostanze pietrose di formazioni recenti, sarà più antica di queste, ma potrà non essere primitiva. Non so poi se si verifichi sempre la proposizione che la masegna sia sottoposta a tutte le altre sostanze pietrose de' Colli Euganei. Il signor Marzari che da esperto geologo ha per molto tempo studiato quelle colline, mi ha assicurato

(autorizzandomi ancora a citarlo) che nel comune di Castelnuovo nel luogo detto il Molino di Schivanoja si vede la masegna sovrapposta a quella marna schistosa indurita che racchiude talora petrificati e di cui si fa uso per ottenere la calce in mancanza di altra materia più acconcia: questo luogo si è riconosciuto dal signor Marzari così interessante, che il medesimo lo ha fatto disegnare in una delle tavole del suo Atlante ancora inedito. Egli mi ha assicurato in oltre che nella Petraja di Monte Canale, comune di Battaglia, vi è la masegna che in forma di filone verticale traversa la stessa marna disposta in istrati orizzontali, e che nella strada la quale conduce da Castelnuovo a Zoon si trova un altro filone della grossezza di circa 6 piedi della medesima roccia, incassato nella stessa marna: benchè questa marna sia indurita, ciò non ostante la durezza e compattezza della masegna è maggiore, e perciò la superficie

del filone resta innalzata sopra quella della marna. Da queste osservazioni parmi che si possa dedurre che la masegna non appartiene alle rocce primitive e che tali nuovi argomenti prodotti contro la volcaneità de' Colli Euganei, non hanno quella forza che si attribuisce loro dai werneriani. Se in qualche sito la masegna è coperta da sostanze calcarie o marnose di formazione recente, ciò parmi che confermi l' opinione di Fortis e di altri buoni geologi i quali hanno riconosciuta l'origine volcanico-marina di quelle colline. Il signor Da Rio, persuaso che la masegna non sia una lava, la crede una roccia primitiva *che ha preesistito ai volcani i quali in tempi posteriori, benchè per altro da noi rimotissimi, arsero su i Monti Euganei.*

Mentre erano sotto il torchio le ultime pagine di questo libro, si è pubblicata in Milano dal dotto signor Brocchi, ispettore delle miniere, una bellissima *Memoria sopra la valle di*

Fassa nel Tirolo. I nettuniani non potevano trovare un oratore più eloquente nè un difensore più agguerrito. Egli nell' Introduzione incomincia a battere i poveri volcanisti, e non li perde giammai di vista tutte le volte che gli si presenta l'occasione favorevole di promuovere qualche difficoltà contro i loro principj. Ecco in quale modo nella pagina VIII dell' Introduzione gli assalisce con una falange di argomenti ristretti in un solo periodo. *Quando si fa loro* (ai volcanisti) *conoscere che quelle rocce, a cui danno il titolo di lave, alternano a dieci, a quindici, a venti riprese con la calcaria; quando si mostra che in alcuni luoghi sono zeppe di testacei marini nel più perfetto stato d' integrità; quando si cita il basalte coricato su una materia così combustibile quanto è il carbon fossile, come si verifica nel monte Meissner nell' Assia; e quando finalmente si vede che questi luminosissimi fatti non producono la menoma impressione*

sul loro spirito, e ch' essi seguitano con tutta l' indifferenza la loro carriera; è forza conchiudere che simili conversioni sono sommamente difficili, e, quasi direi, disperate. Ma i nettuniani sono forse più docili quando si presenta ad essi una roccia del tutto simile sì nei caratteri esterni come nei principj chimici ai loro trappi, basalti, mandelstein, ecc., e si fa loro vedere che quella roccia si è formata nel raffreddamento di una materia fusa, di cui si riconosce il corso presso un volcano, o ancora attivo come il Vesuvio e l'Etna, o di un' epoca così recente che siasi conservato intatto il cratere come sono alcuni dell'Auvergna? Quando si fa loro osservare che in molti luoghi queste rocce sono accompagnate da pomici, da scorie, da vetri, ecc., sostanze certamente prodotte dal fuoco? Quando si fanno loro vedere gli strati di queste materie insinuati e come injettati in mezzo a masse ed a strati di altre rocce,

come appunto una materia fluida s'introduce negl' intervalli di altre sostanze? Quando si mostrano a loro queste rocce giacenti quasi sempre nella sommità de' luoghi dove si trovano, senza alcuna aderenza alle altre che ricuoprono, benchè formate in epoche più recenti? Quando finalmente, pregati a spiegare in una maniera che si possa intendere e che corrisponda alle forze conosciute della natura, in qual modo si debbano concepire le loro dissoluzioni e precipitazioni, e quale origine assegnino al fluido ed alle materie disciolte nel medesimo, si trovano inviluppati in un labirinto di difficoltà da cui non possono sortire se non che a forza d'ipotesi le più inverisimili? Veggiamo ora da qual parte vi sia una maggiore ostinazione.

Il signor Brocchi, alla pag. 53, ci fa sapere che un dotto mineralogista tedesco ha prodotto diciotto argomenti contro i volcanisti; se però debbo giudicare della loro forza dalla

natura dell'ultimo, li dovrò chiamare piuttosto diciotto ingiurie che diciotto ragioni; poichè l'ultima, che, secondo l'espressione del signor Brocchi, il dotto mineralogista tedesco *si è riserbata come perentoria*, è che *avvi tra i volcanisti, orittognosti meno valenti che tra i nettunisti*. È forse questo il modo col quale si tratta la geologia di là dai monti? Se la bravura geognostica consiste nel formare le idee più bizzarre e più inintelligibili, nel proporle con un linguaggio misterioso e nel propagarle con un tuono franco e decisivo, i volcanisti si faranno una gloria di essere gli ultimi nel catalogo di questi sublimi geognosti. L'opera tedesca di cui si tratta è scritta in una lingua che non ho il bene d'intendere; credo però che il signor Brocchi, il quale l'ha letta e studiata, ne abbia colto il più bel fiore. Ora i suoi principali argomenti sono quei tre che ha proposto nel passo dell'Introduzione, riferito poc'anzi: per non annojare il lettore

credo inutile il discutere il secondo e terzo, giacchè mi lusingo di avervi risposto nel corso di questo capitolo, e sarei obbligato a ripetere le medesime cose. I nettuniani rimproverano ai volcanisti di *seguitare con tutta l'indifferenza la loro carriera non ostante i luminosissimi fatti* che si adducono contro la loro dottrina: convien dire che quei signori o non leggano o dissimulino le risposte dei volcanisti. I due fenomeni de' basalti conchiliacei e de' litantraci sottoposti ai basalti sono stati discussi da Fortis, da Faujas e da me; con tutto ciò i nettuniani *seguitano con tutta l' indifferenza la loro carriera* e ripetono sempre le medesime obbiezioni, dissimulando sì le risposte come i fatti che si adducono in conferma delle medesime, fatti che non ardirò chiamare *luminosissimi*, ma che modestamente dirò che meritano qualche considerazione. Mi ristringo dunque al primo argomento il quale risguarda l' alternativa degli strati di basalte

con gli strati di pietra calcaria, formata evidentemente nell'acqua. A questo argomento ancora è stato risposto da molti geologi, ricorrendo al soggiorno alternativo del mare nello stesso luogo, nè veggo che questa risposta sia stata confutata da alcuno dei nettuniani. Perchè dunque ripetere ancora la stessa difficoltà senza confutarne la risposta? Molti fatti geologici, riportati nel corso di quest' opera, rendono assai probabile l' opinione che il mare più volte abbia occupato qualche parte della superficie terrestre, e siasi ritirato dalla medesima; nè ciò debbe sembrare inverisimile ai nettuniani che tanto amano i grandi cataclismi e le azioni di cause sorprendenti e maravigliose. Credo però che si possa spiegare quel fenomeno geologico in una maniera anche più semplice.

Mi permetta il lettore di presentargli un quadro de'fenomeni geologici dell' isola di Santorino. Plinio (l. 2, c. 87) racconta che l' anno quarto

dell'Olimpiade CXXXV, cioè 236 anni prima della nostra era, una eruzione volcanica formò le isole di Tera (ora Santorino) e Terasia : il dotto autore però dell'Argonautica di Apollonio Rodio, stampata in Roma nel 1794, osserva che, secondo la testimonianza di Erodoto (l. 4, c. 147), l'isola di Tera esisteva sino da' tempi di Cadmo, cioè circa dodici secoli prima, ciò ch'era stato notato ancora dall'Arduino: sembra quindi probabile che Plinio abbia confusa la prima emersione dell'isola con una eruzione accaduta nell'Olimpiade CXXXV, nella quale si accrebbe la sua estensione e nacque un'altra isola detta Terasia (*). Centotrenta anni dopo, cioè

(*) Pare che il volcano di Santorino siasi aperto nel calcario primitivo, poichè Raspe nella sua erudita opera *Specimen Historiæ naturalis Globi terraquei*, præcipue *de novis e mari natis insulis*, citando Coronelli e Turnefort, dice che in quell'isola vi è il monte S. Stefano *composto tutto di marmo candido*. Le correnti di lava, che si sono diffuse sopra questo marmo, si saranno insinuate ancora nelle sue fenditure, ne avranno

nell' anno 106 prima della nostra era, un' altra eruzione formò fra Tera e Terasia una nuova isola detta prima Automate, di poi Jera: trascorso un periodo di cento dieci anni, cioè l' anno quarto dell' era volgare, una terza eruzione produsse l' isola Tia, distante due stadj da Jera. Questi fatti, riportati da Plinio nel luogo citato, sono confermati da Strabone nel lib. 1; da Seneca nelle *Questioni naturali*, l. 6, c. 21; da Plutarco nel libro *De Pythiæ oraculis*; da Pausania nel l. 8, c. 23; da Giustino nel l. 30, c. 40; da Dione Cassio l. 60, c. 29 e da Cassiodoro nella Cronica. L' anno 727 il volcano di Santorino si accese di nuovo, ed una corrente di lava unì Tia all' isola di Jera. Parlano di questa eruzione Niceforo, patriarca di Costantinopoli, Teofane, Cedreno e Paolo Diacono: nel 1427 l' estensione dell' isola crebbe per altre correnti di

riempito tutte le fratture, e sarà molto facile che un giorno si trovi una roccia calcaria, anche primitiva, in contatto con una roccia basaltina.

lave, e sì l'eruzione che le produsse, come l'anno, il mese ed il giorno in cui seguì, sono indicati da una iscrizione posta in una chiesa dell'Isola e riportata da Raspe: una sesta eruzione nel 1573, della quale si parla nelle *Transazioni filosofiche*, n.° 27, formò una nuova isola detta la Piccola Kamenoi: nel 1650 vi fu una nuova eruzione di cui Kircher, autore contemporaneo, ha data la relazione: il volcano si accese di bel nuovo nel 1707 ed allora s'ingrandì la Piccola Kamenoi. Una relazione molto circostanziata di questa eruzione fu mandata dall'isola di Santorino dal Gesuita Bourignon al marchese di Ferriol, ambasciadore di Francia in Costantinopoli, e fu inserita nella Storia dell'Accademia Reale delle Scienze nell'anno 1708. In quel racconto si debbono osservare le seguenti circostanze. Ai 23 di giugno vi fu un terremoto e senz'altro fragore si vide sorgere dalla profondità del mare una rupe bianca coperta di una terra

leggiera simile all'argilla ed alla quale erano attaccate molte ostriche. Questa rupe che ogni giorno diveniva più grande, era al certo il fondo del mare sollevato dalla forza dell' esplosione, ed il suo colore bianco fa sospettare che fosse quello stesso marmo calcario di cui si è parlato nella nota precedente. Ai 16 di luglio incominciò a comparire il fumo, e nello stesso tempo si videro altre rupi di colore oscuro e bruciato, le quali, crescendo di mano in mano, si unirono alla prima formando una sola isola. Finalmente ai 19 di luglio cominciarono le materie infiammate. Molte considerazioni si debbono fare sopra questo racconto. La prima è della strana mescolanza che debb'essere accaduta di sostanze calcarie e di corpi marini colle materie volcaniche. La seconda risguarda il metodo col quale succedono l'eruzioni de'volcani sommarini. Comincia a sollevarsi il fondo del mare, innalzato dalla lava: fino a tanto che segue a venire in alto questo

fondo non si vede altro fenomeno: quando il medesimo è sortito fuori dell' acqua, allora comparisce la lava la quale ha tale intensità di fluidità ed è talmente sospinta dall'azione del volcano che può scorrere ancora nell'acqua (V. pag. 404, P. II): allorchè poi la sommità del cono, formato in gran parte da queste materie, è fuori dell' acqua, allora si apre e le materie infiammate incominciano a sortire dalla bocca. Finalmente è possibile il caso che una roccia la quale io chiamerò lava, e che da altri si dirà trappo, mandelstein, basalte, ecc. si trovi sottoposta anche ad un calcario primitivo. Nello stesso volcano di Santorino seguì finalmente un'altra eruzione nel 1767 nella quale si formò una nuova isola, detta l' Isola Nera, vicinissima alla Piccola Kamenoi. Ecco dunque nuove eruzioni provate dalla storia, accadute nello stesso sito del mare, con intervalli di tempo ora maggiori, ora minori. Se per taluna di quelle rivoluzioni che certamente

sono accadute nel globo, il mare si ritiri dall' isola di Santorino, dovremo essere sorpresi veggendo nove strati di lave o di materie volcaniche alternanti con nove strati di deposizioni marine? E chi sa quante volte questo fenomeno si è ripetuto avanti quel tempo nel quale la storia ci ha conservato la notizia di tali avvenimenti? Chi vorrà gettare uno sguardo sulla nota de' volcani posta nel principio del primo volume, vedrà quante bocche ignivome presentemente vi sieno in mezzo al mare, e comprenderà con quanta facilità si possono ripetere in molte parti del globo i fenomeni dell'Isola di Santorino. Questi fenomeni certamente hanno avuto luogo in Delo, Rodi, Anafe, Nea, Alone, nell'Isola anonima presso Metona nel mare di Creta, che Strabone nel lib. I disse formata *e flammosa quadam efflatione*, e si sono ripetuti nel Mare Atlantico più volte presso le Isole Azorre e nel Mediterraneo nelle Isole Eolie presso Lipari e la

Sicilia. Veggasi l' opera già citata di Raspe il quale tratta particolarmente di ciascuna di quelle isole. La dottrina pertanto de' volcani sommarini è comprovata da tanti fatti veramente luminosissimi, che il volerne dubitare sarebbe lo stesso che distruggere tutti i fondamenti della fede umana. Imaginiamo dunque una montagna nella quale sieno dieci, quindici e venti strati di calcaria formata evidentemente nell' acqua e che alternino con dieci, quindici e venti strati di quella roccia che io chiamo lava e che dai werneriani si dice trappo o basalte o mandelstein, ecc. Nell' ipotesi dei volcanisti è facilissimo il rendere una ragione plausibile di questa alternativa, supponendo un volcano formato nel mare e che abbia avuto de' periodi d' intermittenza: nei suoi intervalli di riposo si sono formate le precipitazioni da cui sono nati gli strati calcarei, e nei periodi d'azione si sono prodotte le rocce volcaniche. Se questa risposta non soddisfà, avrò

piacere di conoscere il mio errore; chè se poi si trovasse giusta e ragionevole, prego i signori nettuniani a non ripetere più la medesima difficoltà. Procuriamo ora di spiegare lo stesso fenomeno coi loro principj. Suppongasi che l'ultimo strato più profondo visibile sia il calcareo: questo è stato prodotto da una precipitazione accaduta nell'acqua: passiamo ora allo strato di basalte che lo ricuopre; i caratteri esterni ed i principj chimici di questa seconda roccia sono del tutto diversi da quei della prima, in guisa che il calcario ed il basalte sono non solo due specie diverse, ma due diversi generi di pietre: ora in qual modo (purchè sia verisimile ed intelligibile) si dovrà concepire questo cambiamento di precipitazione? Cresce il mistero se si riflette che questi cambiamenti si debbono supporre ripetuti tante volte quante sono le alternative degli strati. Il signor Brocchi crede di avere imbarazzato i volcanisti accrescendo sino a dieci,

quindici e venti volte il fenomeno dell' alternativa degli strati; ma essi facilmente si tolgono da ogni imbarazzo coi periodi d'intermittenza dei volcani: non so per altro come i nettuniani potranno liberarsi dalla difficoltà di trovare la cagione di dieci, di quindici e di venti precipitazioni diverse nello stesso luogo del mare. Osservo in oltre essere un principio de' nettuniani che la forza di cristallizzazione è stata molto energica nel primo periodo in cui si formarono le rocce primitive, e che di poi a poco a poco andò diminuendo nella sua intensità, in guisa che nelle rocce calcarie stratificate appena si riconosce, e svanisce del tutto nelle rocce più recenti. Il signor Brocchi è talmente persuaso di questa dottrina, che ha consacrato alla medesima parecchie pagine della sua eccellente *Memoria: ma se* (per servirmi delle sue espressioni nella pag. 29) *i deboli avanzi della forza di cristallizzazione si distrussero finalmente col*

progresso del tempo e si produssero allora le rocce secondarie, come è accaduto che quella stessa forza siasi di poi risvegliata nella produzione delle rocce trappiche e basaltine? Queste materie pietrose hanno sovente la grana cristallizzata e spessissimo sono piene di sostanze cristallizzate, egregiamente descritte dal signor Brocchi nella sua opera. Dove si trovano alternanti dieci, quindici e venti strati di calcaria secondaria con altrettanti di rocce trappiche e basaltine, quale è stato il principio che dieci, quindici e venti volte ha risuscitata la forza di cristallizzazione? Si dirà forse che queste cristallizzazioni sono posteriori alla formazione della roccia e prodotte per infiltrazione: ma rispondo, 1.° che ho i miei gravissimi dubbj sopra questa dottrina dell' infiltrazione è credo di averli esposti abbastanza in quest' opera; 2.° se mai si volesse ripetere dalla infiltrazione l'origine di alcune cristallizzazioni, è certo che il signor

Brocchi è persuaso che altre sono contemporanee alla consolidazione della roccia: tali sono quei feldispati e quegli amfiboli sopra i quali nella pag. 41 egli dice *di avere ferma opinione che sieno porzioni cristallizzate della pasta delle rocce che le contengono*. Nell' epoca dunque nella quale si produssero le rocce di trappo, di basalte, di mandelstein, ecc., che per la loro giacitura dimostrano essere le più recenti, era in pieno vigore la forza di cristallizzazione, la quale, secondo i suoi principj, era quasi morta nel periodo delle formazioni secondarie. Veggasi ciò che si è detto sulla cristallizzazione delle rocce nella P. I alle pag. 294 e 317.

La sola difficoltà che a mio parere si può promuovere con qualche apparente fondamento contro l'origine ignea de' basalti, è quella che si è accennata poco fa alla pag. 425, e sulla quale è d'uopo che ritorni, giacchè il signor Brocchi nella pag. 52 insiste sull'osservazione di Werner,

del passaggio, cioè, dell'argilla al vacco ed al basalte: bramerei però che si rettificasse bene l'idea che si vuole esprimere colla parola *passaggio*: questa, secondo me, può presentare due nozioni: la prima sarebbe il contatto o sia la contiguità di due sostanze; la seconda la continuità delle medesime, cioè quando l'una che si modifica nell'altra, ne prende l'apparenza. Ho già detto di non avere avuta giammai occasione di osservare il passaggio di cui si tratta; ma ciascun vede che se pel passaggio dell' argilla al basalte s' intende che queste due sostanze si toccano e sono contigue, ciò non forma alcuna difficoltà, la quale potrebbe nascere soltanto quando in una stessa massa si vedesse una parte argillosa ed un' altra basaltina in continuazione della medesima: nel caso però che questo fenomeno abbia luogo, parmi che la parte argillosa debba risguardarsi come una decomposizione della parte basaltina. È frequente nei volcani il

fenomeno che quando sono cessate le loro eruzioni e si è chiusa la voragine, i loro vapori talora continuino per molti secoli: ciò si vede nella Solfatara di Pozzuolo ed in alcuni volcani spenti dell'America, i quali sono passati allo stato di solfatare. Questi vapori attaccano le lave e ne decompongono alcune parti le quali prendono l'aspetto di sostanze argillose. Ho trattato diffusamente di tale fenomeno nel tomo II, pag. 96 *de' Viaggi fisici nella Campania*, ed il medesimo è così frequente nella Solfatara di Pozzuolo, che alcuni naturalisti avevano stabilita la dottrina dell'argillazione delle lave o sia del loro passaggio allo stato di argilla, considerando ciò come un cambiamento della loro sostanza, quando in realtà non è altro che un effetto della decomposizione.

Il signor ispettore Brocchi ben conosce i sentimenti d'amicizia e di stima che gli professo: mi lusingo pertanto che non si offenderà di

queste poche riflessioni dettate dal solo amore della verità e dal desiderio che nutro di vederlo incamminato per quella strada che la natura stessa pare che ci voglia indicare colle sue operazioni.

FINE.

Stampato per cura di L. Nardini,
Ispettore della Stamperia Reale.

INDICE DE' CAPITOLI

DELLA PARTE SECONDA.

ERRORI.			CORREZIONI.
pag.	*lin.*		
70	7	luoghi . . . *leggasi*	laghi
95	14	ragioni.	difficoltà
133	22	Bisante	Bisonte
143	24	Bolco	Bolca
315	19	quelle	quello

INDICE

DELLE COSE PIÙ NOTABILI.

La lettera *a* indica la Parte prima; la lettera *b* la seconda.

A

B

E

F

G

H

I

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

Z